

친환경차 보급 동향과 서울시 정책 방향

고준호 기현균 정상미

Recent Trend of Environmentally Friendly Vehicles and Seoul Policy Directions



서울연구원
The Seoul Institute

**친환경차 보급 동향과
서울시 정책 방향**

\ 연구책임

고준호

교통시스템연구실 연구위원

\ 연구진

기현균

교통시스템연구실 연구원

정상미

교통시스템연구실 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약

서울시, 민간부문 전기차 보급 확대하고 양적·질적 개선으로 충전편의성 높여야

서울 온실가스·오염물질 줄이는 친환경자동차 적극 보급 필요

서울시 대기 오염물질 배출원 중 도로이동오염원이 47.4%(2013년 기준)를 차지하는 등 교통 부문이 대기질 악화에 상당 부분 기여하는 것으로 파악되고 있다. 혼잡통행료 징수, 공유교통 활성화와 같은 다양한 정책의 적용으로 교통부문 대기오염물질량은 감소하는 추세이나 여전히 그 비중은 높다. 승용차·택시·버스와 같은 동력교통수단이 차지하는 통행분담률은 전체의 절반 이상(56%, 2014년 기준)이며, 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5) 오염도도 주변 선진국에 비해 높은 것으로 나타난다. 좀 더 직접적으로 서울의 온실가스와 오염물질을 줄일 수 있는 정책 수단으로 친환경자동차의 적극적인 보급이 필요하다.

환경부 연구결과에 따르면 전기차의 CO₂ 배출량은 휘발유차의 절반 수준으로 나타나 다른 차종에 비해 친환경적 특성이 큰 것으로 나타났다. 전기차의 기술발전도 빠르게 이루어지고 있어 가까운 미래에 내연기관 차량을 대체할 가능성이 높은 차량으로 평가된다. 따라서 친환경자동차 보급 정책을 수립할 때 다른 차종보다 우선하여 전기차를 주요 보급 대상으로 선정할 필요가 있다.

2017년 서울시 전기차 등록대수는 전체 자동차의 0.15%에 불과

2017년 12월 기준으로 국내에서 자동차 등록대수의 약 0.11%만이 전기차로 등록되어 있다. 지역별로 비교할 때 우리나라에서 점유율이 가장 높은 지역은 제주도(1.8%)이며, 서울은 단지 0.15%에 불과하다. 이는 노르웨이의 베르겐(36.0%), 오슬로(47.7%)와 같은 해외 주요 도시에 비하면 매우 낮은 수준이다. 최근 중앙정부도 2022년까지 35만 대의 전기차를 보급하겠다고 발표하였으며, 서울시도 2022년까지 5만 대 이상, 2025년까지 10만 대 이상의 전기차를 보급한다고 선언하였다. 전기차 보급 확대를 위한 구체적인 전략이 필요한 시점이다.

“1세대 전기차로 승용차 99%, 3세대 전기차로 택시 91% 대체”

전기차 보급은 핵심 부품인 배터리 가격과 주행거리에 큰 영향을 받는다. 전기차 관련 전문가들은 플러그인하이브리드 자동차와 순수전기차가 비용 측면에서 내연기관과 대등한 경쟁력을 가지는 시점을 2020~2022년으로 추정하고 있으며, 주행거리와 직접 연관이 있는 배터리 밀도도 지속적으로 향상될 것으로 예측한다. 이러한 배터리의 가격 하락과 밀도 향상 흐름은 서울시의 전기차 보급 계획 수립에도 긍정적인 영향을 줄 것으로 판단된다.

전기차 보급을 위한 서울시 교통 특성 파악을 위해 승용차와 택시 주행거리 자료를 분석하였다. 비교적 주행거리가 짧은 승용차(평균 주행거리 31.6km)는 전체의 99%가 1세대 전기차만으로도 대체 가능하였다. 택시는 승용차에 비해 상대적으로 주행거리가 길어(법인 271.7km, 개인 172.7km) 3세대 차량이 보급되면 전체 택시의 91%가 전기차로 대체 가능한 것으로 나타났다.

버스는 일 주행거리 외에 운행 후 차고지에서의 충전시간 확보가 매우 중요하다. 서울시 시내 버스 노선연장과 운행시간을 고려하여 검토한 결과, 2035년이 되면 서울시 시내버스의 93%가 전기 버스로 대체 가능한 것으로 나타났다.

2050년까지 적극 보급하면 전체 차량 85%, 전기차로 대체 가능

서울시가 적극적인 보급계획을 수립한다면 2050년까지 승용차 243만 대, 버스 7천 2백 대, 택시 7만 대를 보급하여 서울시 차량의 대부분(84.7%)을 전기차로 대체 가능한 것으로 나타난다. 전기차용 전력 소모량 분석 결과, 장래 서울시 총 전력량(7차 전력수급기본계획)의 6.4% 정도를 차지할 것으로 추정되었다. 특이한 점은 전체 보급량의 0.3%만을 차지하는 버스가 총 전력수요의 17%를 차지한다는 것이다. 따라서 전기차 보급계획 수립은 수단별 특성과 전력수요를 고려하여 신중하게 접근해야 한다.

서울시 장래 전력수요의 6.4%까지 차지할 수 있는 전기차의 충전 전력수요가 하계 및 동계 최대전력 소비시간과 중첩되지 않도록 충전 시간의 고른 배분이 필요하다. 차량이 운행되지

않을 때 충전이 이루어진다는 가정하에 시간대별 전력수요를 추정한 결과, 2050년에 전기차가 최대도로 보급될 경우 하계 첨두시간 전력의 4.1%를, 동계 첨두시간 전력의 4.3%를 사용하는 것으로 나타났다. 이는 시간대로 구분하지 않은 총 전력수요에 비해 약 2% 정도 낮은 수치로, 전기차의 충전 시간을 어떻게 배분하느냐에 따라 시간대별 부하 전력이 크게 달라질 수 있음을 시사한다.

운행단계 인센티브 확대로 민간부문 전기차 구매 확산 바람직

우리나라는 민간 부문의 전기차 보급이 다른 나라에 비해 부진하여 시장의 성장 속도가 더딘 편이다. 2025년까지 10만 대의 전기차를 보급하겠다는 서울시 전략을 충족시키기 위해서는 서울시 등록차량의 대부분을 차지하는 민간 부문에서의 전기차 보급 확대가 필수적이다. 설문조사 결과, 운행 단계에서의 인센티브를 주는(예: 통행료 면제, 주차편의 제공) 제도가 전기차 구매결정에 큰 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 예산제약으로 인해 보조금 지원은 점차 감소하고 있는 실정이므로 민간 부문의 전기차 구매를 확산시키기 위해서는 운행 단계의 인센티브 확대 정책이 필수적이다. 또한 잠재적인 수요층을 대상으로 전기차의 경제적·환경적 이익을 홍보하는 것도 매우 중요할 것으로 판단된다.

택시, 시내버스와 같은 상용 전기차는 긴 주행거리로 인해 잦은 충전이 필요하므로 충전 편의성을 제고하는 것이 중요하다. 내연기관 차량처럼 도심 어디에서든지 손쉽게 충전하기 위해서는 충전기의 인프라 확대와 환경 개선이 필수적이다. 양적 측면의 개선을 위해 서울시는 2025년까지 각각 1,500기 이상의 급속·완속 충전기를 설치한다고 발표했다. 계획대로 된다면 서울시 내 반경 600m 안에서는 어디든지 전기차 충전이 가능할 것이다. 충전 편의성을 제고하기 위해서는 이러한 양적 측면의 개선뿐 아니라 질적 측면의 향상도 중요하다. 인지도가 높은 지점에 충전기를 설치하여 접근성을 향상시키고 고성능 충전기를 도입하며 충전시설의 유지관리를 강화하는 방안 마련이 요구된다. 또한 충전시설의 접근성을 획기적으로 높이기 위해 공동주택에 신규로 설치하는 민간(완속) 충전기를 일반 이용자도 공유하게 하는 조치도 필요하다.

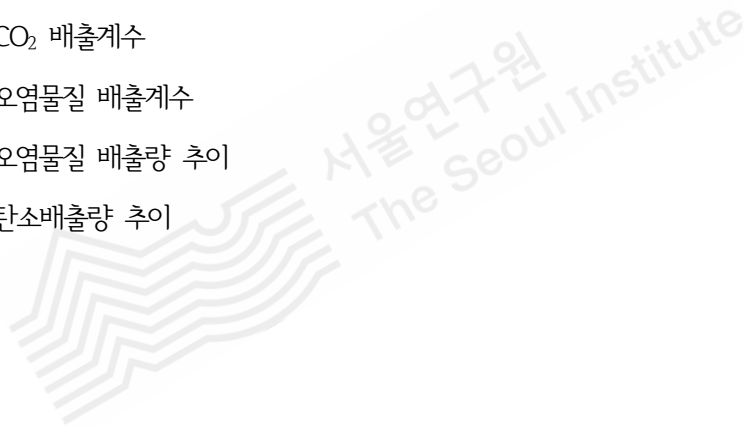
목차

01 연구개요	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구내용 및 방법	3
02 친환경자동차 현황과 전기차 보급 여건 전망	6
1_친환경자동차 현황	6
2_전기차 기술발전 전망	11
3_서울시 차량의 전기차 대체 가능성 진단	18
03 전기차 보급계획 및 영향 분석	26
1_전기차 보급계획	26
2_전기차 보급계획에 따른 전력수요 분석	37
3_전기차 보급계획에 따른 대기오염 저감효과	51
04 친환경자동차 보급촉진 전략	56
1_민간·상용 부문 전기차 확대 보급	56
2_양적·질적 개선 통한 충전 편의성 제고	58
3_충전 요금 차등화로 침투시간 전력수요 집중 방지	60
참고문헌	61
Abstract	63

표

[표 2-1] 친환경자동차 법적 정의(친환경자동차법 제2조 2항)	6
[표 2-2] 차종별 CO ₂ 배출량 비교	7
[표 2-3] 2016년 세계 전기차(BEV+PHEV) 재고	9
[표 2-4] 2016년 세계 전기차(BEV+PHEV) 시장 점유율	9
[표 2-5] 전기차 등록대수 추이	10
[표 2-6] 승용차 부문 국내 전기차 시장 현황(보조금 지급 대상 차종)	14
[표 2-7] 버스 제조회사별 제원	15
[표 2-8] 3, 4세대 연비 적용	17
[표 2-9] 기술발전을 반영한 버스 주행거리 및 충전시간 가정	18
[표 2-10] 주행거리별 승용차 운행대수 분포	19
[표 2-11] 법인·개인 택시 주행거리(2016년 9월 평일 기준)	20
[표 2-12] 주행거리별 법인·개인 택시 운행대수 분포	21
[표 2-13] 서울시 운행거리별 노선수 및 운행대수	23
[표 3-1] 2016년 서울시 비사업용 승용차(관용+자가용) 대수	27
[표 3-2] 차량을 고려한 전기 승용차 교체방식	28
[표 3-3] 장래 전기 승용차 보급계획 시나리오 구분	29
[표 3-4] 전기 승용차 최종 보급대수	29
[표 3-5] 서울시 택시 등록 및 면허 대수	30
[표 3-6] 전기 택시 차량 및 대폐차 대수 추정을 위한 기본가정	31
[표 3-7] 전기 택시 최종 보급대수	32

[표 3-8] 전기 버스 최종 보급대수	35
[표 3-9] 총 보급대수 및 등록대수 대비 비율	36
[표 3-10] 전기 승용차 총 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율	38
[표 3-11] 전기 택시 총 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율	39
[표 3-12] 전기 버스 총 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율	40
[표 3-13] 전체 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율	41
[표 3-14] [시나리오 1] 하계 및 동계 전기차 전력량(2030년)	45
[표 3-15] [시나리오 2&3] 하계 및 동계 전기차 전력량(2030년)	46
[표 3-16] [시나리오 1] 하계 및 동계 전기차 전력량(2050년)	48
[표 3-17] [시나리오 2&3] 하계 및 동계 전기차 전력량(2050년)	49
[표 3-18] CO ₂ 배출계수	51
[표 3-19] 오염물질 배출계수	52
[표 3-20] 오염물질 배출량 추이	53
[표 3-21] 탄소배출량 추이	53



그림

[그림 1-1] 오염원별 대기오염 배출비율	2
[그림 1-2] 연구내용 및 방법	3
[그림 2-1] 세계 전기차 대수 추이	8
[그림 2-2] 전기차 등록대수 점유율 추이(해외 사례)	10
[그림 2-3] 전기차 등록대수 점유율 추이(전체 차량 대비)	11
[그림 2-4] 주요국 신차판매 대비 전기차 점유 목표	12
[그림 2-5] 배터리 가격 및 밀도 변화 추이	13
[그림 2-6] 세대별 전기차 특징	17
[그림 2-7] 주행거리별 보급 적용 가능한 세대별 전기차(승용차)	20
[그림 2-8] 법인택시 주행거리별 분포	22
[그림 2-9] 개인택시 주행거리별 분포	22
[그림 2-10] 주행거리별 보급 적용 가능한 세대별 전기차(택시)	22
[그림 2-11] 서울시 노선연장별 노선 수	24
[그림 3-1] 전기차 보급정책 수립방법	27
[그림 3-2] 시나리오별 전기 승용차 누적보급대수	30
[그림 3-3] 전기 택시 누적보급대수	32
[그림 3-4] 전기 버스 보급대수 산출 과정	33
[그림 3-5] 서울시 전기 버스 전환 가능 노선 추이	34
[그림 3-6] 전기 버스 누적보급대수	35
[그림 3-7] 시나리오별 총 누적대수 및 총 전력수요	42

[그림 3-8] 승용차 시간대별 교통량 분포	43
[그림 3-9] 택시 시간대별 운행률(2016년 9월 평일)	44
[그림 3-10] 시내버스 시간대별 운행률	44
[그림 3-11] 각 시나리오의 시간대별 하계 전력수요 분석(2030년)	47
[그림 3-12] 각 시나리오의 시간대별 하계 전력수요 분석(2050년)	50
[그림 4-1] 2025년 서울시 내 급속충전 가능 반경	58



01

연구개요

1_연구배경 및 목적

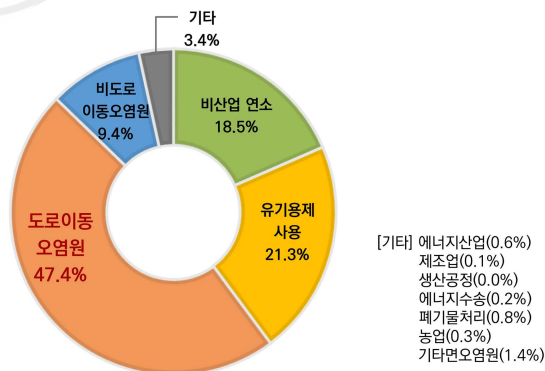
2_연구내용 및 방법

01 | 연구개요

1_연구배경 및 목적

서울시 대기오염물질 배출 원인 중 도로이동오염원이 47.4%(2013년 기준)를 차지하는 등 교통 부문이 대기질 악화에 상당 부분 기여하는 것으로 파악되고 있다. 이에 서울시에서는 오염물질 배출량을 줄이기 위해 혼잡통행료 징수, 공유교통 활성화와 같은 다양한 정책을 펼치고 있다. 이러한 정책으로 과거에 비해 교통부문 대기오염물질 배출량은 줄어들고 있으나 승용차, 택시, 버스와 같은 도로교통수단의 기여도는 여전히 전체의 절반 이상(56%, 2014년 기준)을 차지한다. 따라서 좀 더 직접적으로 온실가스와 오염물질을 감축할 수 있는 도로교통수단의 친환경화 정책이 필요한 것으로 판단된다.

서울시는 최근 전기차 실천 기본계획을 발표하는 등 친환경자동차 보급 활성화와 인프라 구축에 많은 노력을 기울이고 있다. 친환경자동차와 관련된 연구도 꾸준히 진행되며 관련 기술 역시 나날이 발전하고 있다. 이 연구에서는 이러한 기술 동향과 서울시 여건을 면밀히 파악하여 친환경자동차 보급계획을 수립하고 정책적 시사점을 도출하고자 한다.



자료: 국립환경과학원, 2013년 대기오염 배출량(서울시).

[그림 1-1] 오염원별 대기오염 배출비율

2_연구내용 및 방법

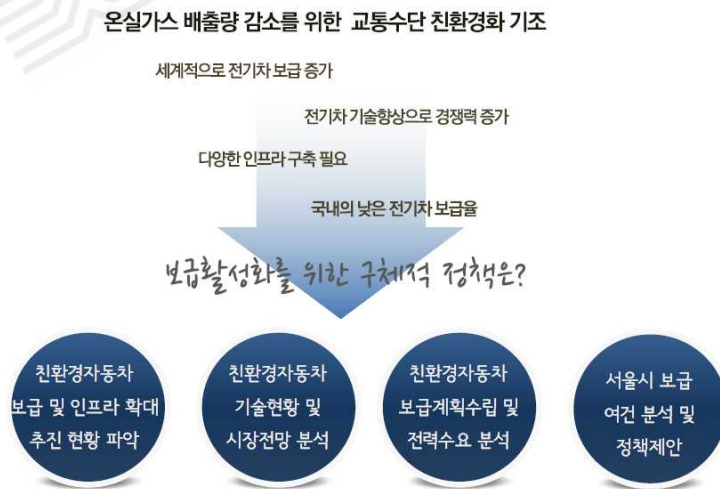
연구내용 및 방법은 다음과 같다.

첫째, 서울시 친환경자동차 보급 현황을 파악하고 관련 기술 발전 동향과 발전 가능성을 진단한다. 내연기관 차량에 상응하는 경쟁력을 갖추면서 원활한 보급이 가능한 친환경자동차를 검토한다.

둘째, 해당 수단에 대한 국내외 기술발전을 고려하여 친환경자동차 보급 계획을 수립한다. 서울시 전체 차량 중 약 86%를 차지하는 승용차, 택시, 버스를 중심으로 일 주행거리, 대폐차 기간, 신차 등록대수, 노선연장 등 각각의 특성에 맞는 수단별 전기차 보급정책을 수립한다.

셋째, 친환경자동차 보급에 따른 영향 분석을 실시한다. 특히, 장래 친환경자동차 보급이 전력수요에 어떠한 영향을 끼칠지를 분석한다. 친환경자동차 보급으로 발생하는 사회적·환경적 편익을 대기오염 감축량을 통하여 파악한다.

마지막으로 친환경자동차 보급전략에 대한 정책을 제안한다. 이와 관련하여 구매를 촉진시키고 이용 환경을 개선하기 위한 방안을 제시한다.



[그림 1-2] 연구내용 및 방법

02

친환경자동차 현황과 전기차 보급 여건 전망

- 1_친환경자동차 현황
- 2_전기차 기술발전 전망
- 3_서울시 차량의 전기차 대체 가능성 진단

02 친환경자동차 현황과 전기차 보급 여건 전망

1 친환경자동차 현황

1) 친환경자동차의 정의와 유형

2016년 12월 개정된 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률(약칭: 친환경 자동차법)」에서는 친환경자동차를 “전기, 태양광, 하이브리드, 연료전지 자동차 또는 「대기환경보전법」 제46조 제1항에 따른 배출가스 허용기준이 적용되는 자동차 중 산업통상자원부령으로 정하는 환경기준에 부합하는 자동차”로 정의하고 있다.

2015년 폭스바겐 디젤차의 배기가스 조작사건을 계기로 디젤차의 친환경자동차 포함 여부에 대한 논란이 일었다. 여기에 중국의 미세먼지 파동도 가세되어 클린디젤자동차는 결국 친환경자동차에서 제외되었다. 이후 친환경차량의 정의는 특별히 연료(휘발유, 경유, 액화석유가스, 천연가스)를 구분하지 않고, 환경부령으로 정한 허용기준보다 오염물질을 적게 배출하는 차량을 의미하는 것으로 바뀌게 된다.

[표 2-1] 친환경자동차 법적 정의(친환경자동차법 제2조 2항)

제2조(정의)

2. “환경친화적 자동차”란 제3호부터 제8호까지의 규정에 따른 전기차, 태양광자동차, 하이브리드자동차, 연료전지자동차 또는 「대기환경보전법」 제46조제1항에 따른 배출가스 허용기준이 적용되는 자동차 중 산업통상자원부령으로 환경기준에 부합하는 자동차로서 다음 각 목의 요건을 갖춘 자동차 중 산업통상부장관이 환경부장관과 협의하여 고시한 자동차를 말한다.

- 가. 에너지소비효율이 산업통상자원부령으로 정하는 기준에 적합할 것
- 나. 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제2조제6호에 따라 환경부령으로 정하는 저공해자동차의 기준에 적합할 것
- 다. 자동차의 성능 등 기술적 세부 사항에 대하여 산업통상자원부령으로 정하는 기준에 적합할 것

교토의정서 이후 파리협정(제21차 유엔 기후변화협약, 2015.12)을 통하여 신 기후체제가 시작되었다. 지구 평균 온도가 산업화 이전 수준과 비교해서 2°C 이상 상승하지 않도록 하는 동시에 1.5°C 아래로 온도 상승을 제한하는 목표를 설정하고 화석연료 사용을 줄이는 “탈 탄소화” 정책을 우선시하고 있다. 이러한 흐름은 교통 부문도 예외는 아니어서 탄소 배출이 적은 친환경자동차에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

우리나라 환경부¹⁾에서도 차종별로 CO₂ 배출량(제조 및 주행 과정 모두 포함)을 비교하는 연구를 진행하였다. 이 연구 결과에 따르면, 순수 전기차는 CO₂를 단지 94.1g/km만 배출하는 것으로 나타나 다른 차종에 비해 상대적으로 친환경적 특성이 강한 것으로 분석되었다.

[표 2-2] 차종별 CO₂ 배출량 비교

(단위: g/km)

구분	1km당 CO ₂ 배출량		
	주행 전 (석유채굴/발전)	주행	소계
휘발유차	26.5	165.7	192.2
하이브리드차	19.4	121.6	141.0
플러그인하이브리드차	99.0	19	118
순수전기차	94.1	0	94.1
수소자동차	143.1	0	143.1

자료: 환경부, 2015, 「자동차 온실가스 배출량 전과정 평가(LCA, Life Cycle Analysis)」.

플러그인하이브리드차(PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle), 순수전기차(BEV: Battery Electric Vehicle), 수소자동차(FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle)는 대표적인 친환경자동차이다. 하이브리드 계열 차량은 장착된 엔진으로 인해 오래 주행할수록 CO₂ 배출량이 높아진다. 수소자동차는 주행거리에 장점은 있으나 아직 상용화 기술이 부족하고 차량구입 및 충전시설 건립에 많은 비용이 소요되는 단점을 가진다.

이 연구에서는 차량 중 CO₂ 배출량이 가장 적으며 현 시점에서 관련 연구가 활발하고

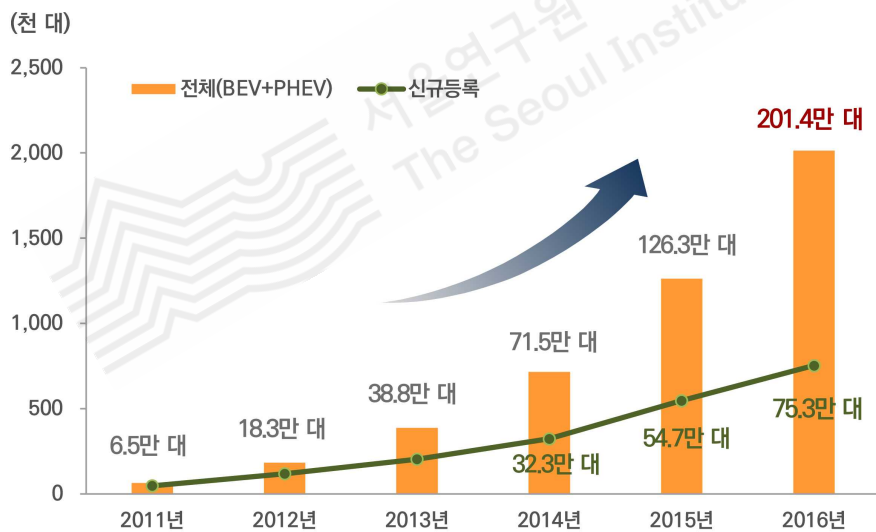
¹⁾ 환경부, 2015, 「자동차 온실가스 배출량 전과정 평가(LCA, Life Cycle Analysis)」.

기술발전이 빠른 속도로 이루어지고 있어, 가까운 미래에 내연기관 차량을 대체할 수 있다고 판단되는 ‘전기차’를 주요 보급 대상으로 선정하였다.

2) 전기차 보급현황

(1) 세계 전기차 시장 현황 및 각국 점유율

전기차(BEV+PHEV) 보급은 2010년부터 지속적으로 증가하여 2015년에는 100만 대를, 2016년대는 200만 대를 돌파하였다. 특히 2016년에는 약 75만 대의 전기차가 신규로 등록되었다. 2015년까지는 미국이 가장 많은 전기차를 보유하였으나, 2016년 이후 중국의 전기차 시장이 급격하게 성장하여 세계 전기차 시장의 1/3을 차지하게 된다. 일본, 노르웨이, 네덜란드도 5~7% 수준의 전기차를 보유하는 것으로 나타났다.



자료: EVI, 2017, Global EV Outlook 2017.

[그림 2-1] 세계 전기차 대수 추이

[표 2-3] 2016년 세계 전기차(BEV+PHEV) 재고

(단위: 천 대, %)

구분	전기차 대수	국가별 비율	구분	전기차 대수	국가별 비율
캐나다	29.27	1.5	네덜란드	112.01	5.6
중국	648.77	32.2	노르웨이	133.26	6.6
프랑스	84.00	4.2	스웨덴	29.33	1.5
독일	72.73	3.6	영국	86.42	4.3
인도	4.80	0.2	미국	563.71	28.0
일본	151.25	7.5	기타	87.48	4.3
한국	11.21	0.6			
합계	2,014.22	100.0			

자료: EVI, 2017, Global EV Outlook 2017.

주: 한국은 국내통계(국토해양부, 자동차 등록대수)와 값이 상이하므로 유의.

한편 국가별 전기차 시장 점유율을 비교하면, 노르웨이가 28.76%의 점유율을 보여 압도적으로 높으며 다음으로는 네덜란드(6.39%), 스웨덴(3.41%) 순으로 나타난다.

[표 2-4] 2016년 세계 전기차(BEV+PHEV) 시장 점유율

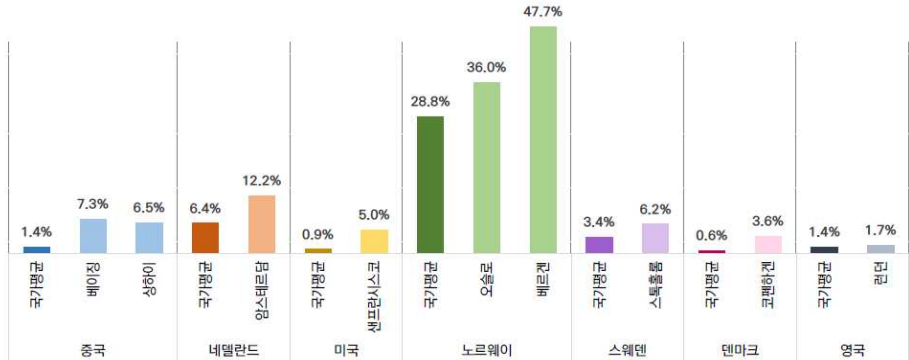
(단위: %)

구분	점유율	구분	점유율
캐나다	0.59	네덜란드	6.39
중국	1.37	노르웨이	28.76
프랑스	1.46	스웨덴	3.41
독일	0.73	영국	1.41
인도	0.02	미국	0.91
일본	0.59	기타	0.52
한국	0.34		
합계	1.10		

자료: EVI, 2017, Global EV Outlook 2017.

주: 한국은 국내통계(국토해양부, 자동차 등록대수)와 값이 상이하므로 유의.

한편 국가 평균보다 월등히 높은 전기차 점유율을 보이는 해외 도시를 볼 수 있다. 기본적인 국가의 정책을 바탕으로 전기차 이용에 유리한 환경을 조성하여 자체적으로 보급률을 높였기 때문이다. 특히 노르웨이의 베르겐, 오슬로는 각각 국가 평균 점유율 대비 80%, 19% 높은 것으로 나타났다. 네덜란드의 암스테르담과 중국의 베이징, 상하이도 전기차 보급의 선도도시로 파악된다.



자료: EVI, 2017, Global EV Outlook 2017.

[그림 2-2] 전기차 등록대수 점유율 추이(해외 사례)

(2) 국내 자동차 시장 전기차 점유 현황

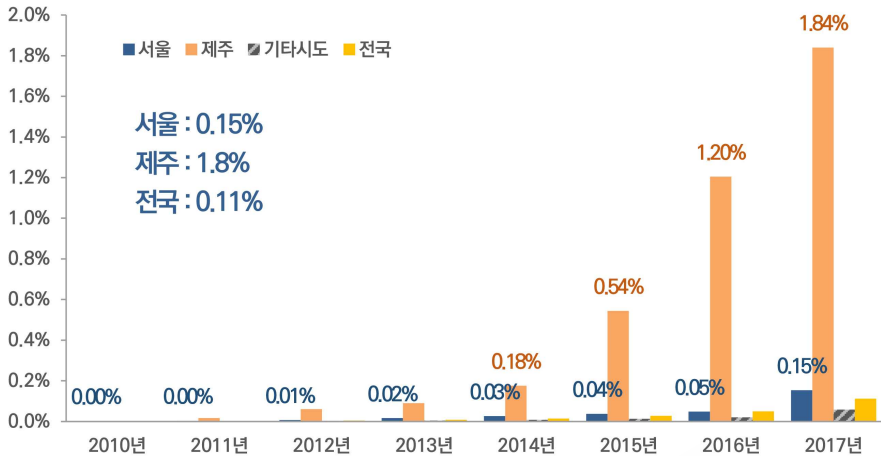
국내에서도 온실가스 배출량 감소를 위한 노력을 하고 있다. 2010년 전기차가 처음 보급된 이후 보급량을 증가시키기 위해 다양한 노력을 하고 있지만 해외 주요국에 비해 전기차 점유율은 여전히 낮다. 2017년 12월 기준으로 보면, 국내에서 약 0.11%의 차량만이 전기차로 등록되어 있다. 지역별로 비교 시 제주도가 1.8%로 가장 높았고, 서울은 전국보다는 약간 높은 수준인 0.15%를 보여 전체 310만 대 중 약 4,800대만이 전기차인 것으로 나타난다.

[표 2-5] 전기차 등록대수 추이

(단위: 대)

구분	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
전 기 차	서울	52	103	205	475	785	1,151	4,797
	제주	0	44	178	302	674	2,369	9,206
	기타시도	14	197	477	687	1,316	2,192	11,105
	전국	66	344	860	1,464	2,775	5,712	25,108
전 체 차 량	서울	2,981,400	2,977,599	2,969,184	2,973,877	3,013,541	3,056,588	3,083,007
	제주	250,794	257,154	294,488	334,426	384,117	435,015	467,243
	기타시도	14,709,162	15,202,620	15,606,861	16,092,561	16,720,297	17,498,282	18,253,101
	전국	17,941,356	18,437,373	18,870,533	19,400,864	20,117,955	20,989,885	21,803,351

자료: 국토통계누리, 연도별 12월, 자동차등록자료-통계 연료별 등록현황.



자료: 국토통계누리, 연도별 12월, 자동차등록자료-통계 연료별 등록현황.

[그림 2-3] 전기차 등록대수 점유율 추이(전체 차량 대비)

2_전기차 기술발전 전망

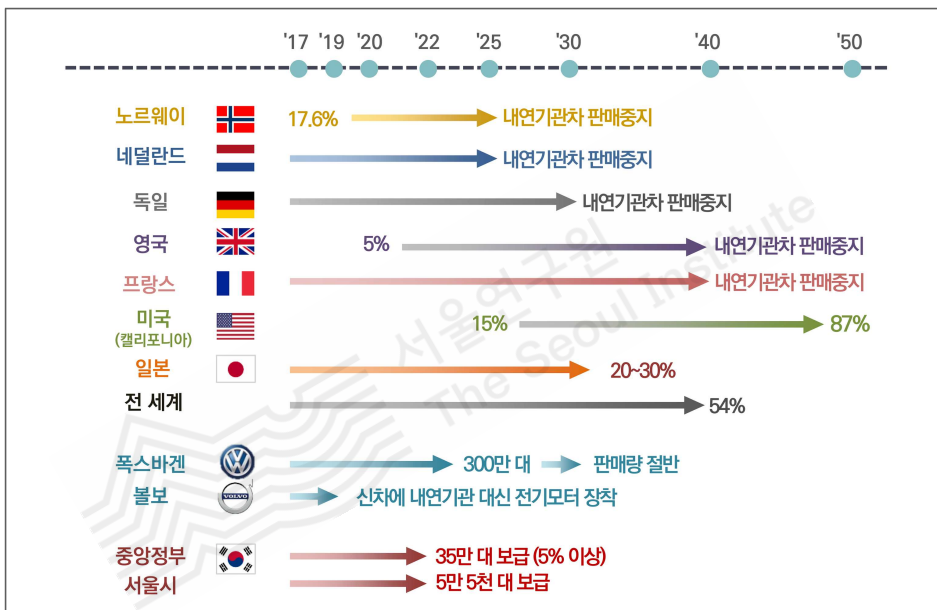
1) 장래 세계 전기차 보급목표

지구 온난화를 방지하기 위한 노력은 전기차 보급목표에도 지대한 영향을 끼친다. 국제에너지기구(IEA, International Energy Agency)의 2050년까지 지구 온도 상승을 평균 2°C로 제한하는 시나리오(2DS)에서 제시하는 전체 차량 대비 전기차 목표는 2020년 1.7%(2천만 대), 2030년 10%(1억 5천만 대), 2060년 60%(12억 대)이다.

일본, 영국, 유럽은 가까운 시일을 목표로 구체적인 보급 계획을 세우고 있다. 일본은 2030년까지 전기차 신차보급률을 20~30%로 높인다고 발표했다. 영국은 2020년까지 신차의 5% 이상을 전기차로 하고, 2040년에는 내연기관 차량 판매를 금지한다. 노르웨이와 네덜란드는 2025년에, 프랑스는 2040년에 내연기관 차량 판매 금지 정책에 동참한다. 독일은 2030년을 판매 금지 시기로 정했으며 현재 연방 상원까지는 통과된 상태이다.²⁾

²⁾ 노르웨이: 에너지경제신문, 2017.3, '산유국' 노르웨이의 '전기차 혁명'...신차 절반이 친환경차.

이러한 흐름은 자동차 업계에도 영향을 끼쳤다. 폭스바겐은 2030년경에 자사 신차 판매량의 절반을 전기차로 채울 계획을 가지고 있다. 볼보도 2019년부터 생산하는 모든 신차에 전기모터를 장착한다고 발표하였다. 블룸버그 뉴에너지 파이낸스 보고서(EV Outlook, 2017)에서도 2025~2030년 사이에 전기차 판매량의 급증으로 2040년에는 전 세계 신차 판매량의 54%를 점유할 것으로 예측하고 있다.³⁾ 우리나라 역시 2022년까지 35만 대를 보급(점유율 5% 이상)하겠다고 선언하였으며, 서울수도 전기차를 2022년까지 5만 대 이상, 2025년까지 10만 대 이상 보급한다고 밝혔다.⁴⁾



[그림 2-4] 주요국 신차판매 대비 전기차 점유 목표

프랑스, 독일, 네덜란드: 아시아경제, 2017, 8, [2030 굿바이 내연기관] 해외에선...영국·프랑스 2040년부터 판매금지.

영국, 일본: 한국교통연구원, 2017, 「구매자 이용실태 조사분석 통한 전기차 보급활성화 연구」.

미국: 뉴스타운경제, 2012.1, 캘리포니아 2025년 전기차 15% 새 규제안 마련.

3) 볼보: 연합뉴스, 2017.8, '전기차 오리' 볼보의 선언...내연기관차는 정말 사라질까.

뉴스핌, 2017.9, 폭스바겐 CEO "2025년 중국서 전기차 150만대 판매".

세계: 과학기술정보통신부, 2017, 「S&T GPS 글로벌 과학기술정책정보 서비스」, 전기차 시장 전망.

4) 우리나라: 국정기획자문위원회, 2017, 「국정운영 5개년 계획」.

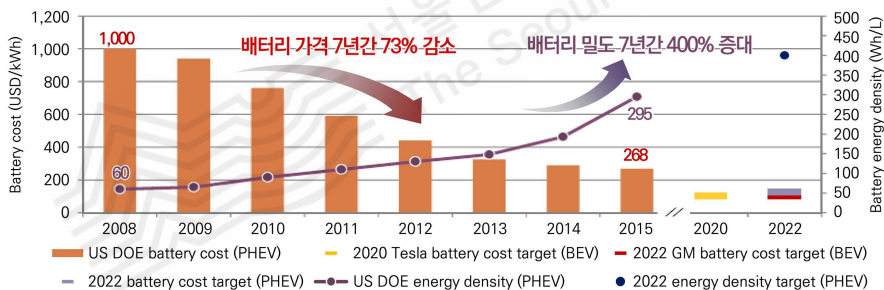
서울시: 서울시, 2017, 「서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획(2025 전기차가 편리한 도시, 서울)」.

2) 배터리 기술발전 및 가격 하락

미국 에너지부(US DOE)에 따르면 PHEV 배터리 가격은 2008년 USD 1,000/kWh에서 7년간 73% 하락하여 2015년에 USD 268/kWh로 책정되었다고 한다. 실질적으로 PHEV 차량이 내연기관 차량과 대등한 경쟁력을 갖기 위해서는 배터리 가격이 USD 125/kWh 수준으로 낮아져야 하며 그 시기는 2022년으로 예측하고 있다.

BEV 배터리 가격 역시 2020년에 USD 100~140/kWh 수준까지 감소할 것으로 예상하고 있다. Tesla는 USD 100/kWh 이하로 낮추는 시점을 2020년, GM은 2022년을 목표로 한다. 한편 기술 발전은 배터리 밀도에도 영향을 끼쳤다. 2008년에 60Wh/L이던 배터리 밀도는 2015년에 295Wh/L로 높아져 7년간 400%나 향상되었다.

전기차에서 고비용을 차지하는 배터리의 가격 하락, 주행거리와 직접적인 영향이 있는 밀도 향상은 전기차 수요 증진을 촉발시키는 중요한 매개체로 작용할 것이다.



자료: EVI, 2016, Global EV Outlook 2016.

[그림 2-5] 배터리 가격 및 밀도 변화 추이

3) 국내외 전기차 기술변화 전망

우리나라 초기 전기차는 기아에서 2012년에 출시한 ‘레이EV’ 승용차이다. 4,500만 원으로 출시되어 2016년에 3,500만 원까지 가격이 하락하였으나 2017년에 단종되었다. 한번 충전으로 약 91km를 달릴 수 있으며 연비는 5.0km/kWh로 알려져 있다. 레이 출시 이후 ‘스파크 EV’에서 ‘현대 아이오닉’까지 다양한 전기차가 보급되어 소비자들의 전기차

선택의 폭은 넓어지고 있다.

현재 환경부에서 보조금을 지원하고 있는 차량은 총 6종이다. 평균적으로 1회 충전으로 주행할 수 있는 거리는 144.3km이고 연비는 5.5km/kWh, 배터리 용량은 22.6kWh로 나타난다. 출시 당시에 비해 차량 가격은 평균적으로 3.4% 떨어진 것으로 나타났다. 연도가 거듭될 수록 1회 충전 주행거리와 연비는 증가하고 차량 판매가격은 감소하는 경향을 보인다.

해외 글로벌 유명 브랜드 자동차 회사에서도 주행거리가 긴 전기차 출시를 위한 노력이 계속되고 있다. 테슬라는 이미 1회 충전 시 300~500km까지 주행 가능한 차종을 출시하고 있으며, BMW, 닛산, 쉐보레, 재규어 등도 전기차 시장 경쟁에 가세하고 있다.

[표 2-6] 승용차 부문 국내 전기차 시장 현황(보조금 지급 대상 차종)

(단위: 대, km, kWh, km/kWh, 연·월, 만 원, %)

구분	차종	2016년 판매량	주행거리	배터리용량	연비	출시일	가격변화 (증가율)
초기 (1종)	레이	81	91	16.4	5.0	2012.3	4,500 ⇒ 3,500 (-22)
	6종 평균		144.3	22.6	5.5		(-3.4) (아이오닉 제외)
현재 (6종)	스파크 EV	100	128	18.3	6.0	2013.10	3,990 ⇒ 3,840 (-3.8)
	SM3 Z.E	742	135	22.0	4.4	2013.10	4,338 ⇒ 4,100 (-5.5)
	BMW i3	369	132	18.8	5.9	2014.4	5,750 ⇒ 5,760 (0.1)
	기아 쏘울	729	148	27	5.0	2014.5	4,250 ⇒ 4,140 (-2.6)
	닛산 리프	88	132	21.3	5.2	2014.12	5,480 ⇒ 5,180 (-5.5)
	현대 아이오닉	3,949	191	28.0	6.3	2016.6	4,260 ⇒ 4,260 (변동없음)

자료: 주행거리, 배터리 용량, 연비: 환경부 전기차 충전소, 판매량: 산업통상자원부, 각 사.

서울시 시내버스에 전기 버스를 도입하기 위해서는 주행거리와 충전시간이 매우 중요한 요소이다. 주행거리와 관련하여 현재 전기 버스를 출시하는 제조업체들이 제시하는 평균 연비는 0.71~1.27km/kWh이다. 그러나 이는 평지에서 정속주행을 했을 때의 이상적인 연

비로 해석할 수 있다. 전기 버스가 실제 버스노선에 투입되어 운행될 경우 에어컨 및 히터 가동, 승하차를 위한 가감속 등으로 인해 평균 연비는 제조업체에서 제시한 수치보다 낮아져서 실제 주행거리도 줄어든 것으로 예상된다. 실제 현대 일렉시티의 경우 한 번 충전 시 최대 290km까지 운행 가능하다고 홍보하고 있으나 이 수치는 연구소에서 60km/h로 정속 주행을 할 때의 주행가능 거리이다. 즉, 실제로 가감속을 고려했을 때는 주행가능 거리가 150km로 절반 가까이 줄어든다고 한다.⁵⁾

[표 2-7] 버스 제조회사별 제원

(단위: kWh, km, km, km/kWh, km/kWh, 분)

구분			배터리 용량	최대 주행거리	실제 주행거리	최대 연비	실제 연비	충전 시간
한국	동원	올레브	98.2	75.5		0.77		
	TGM		162.5	178.2		1.10		
	자일대우버스		99.3	86.0		0.87		
	에비온		100.0	101.7		1.02		
	우진산전	전기 버스	204.0	150.0		0.74		
	현대	일렉시티	256.0	290.0	150.0	1.13	0.59	67
중국	BYD	K9	324.0	250.0		0.77		
		e-12	324.0	410.0		1.27		240
	포톤	그린어스	110.0	120.0		1.09		
네덜란드	Ebusco		311.0	300.0		0.96		
캐나다	Greenpower		320.0	300.0		0.94		
폴란드	Solaris	Urbino12	210.0	150.0		0.71		
독일	Euracom	Euracom600	218.0	250.0		1.15		
이탈리아	Rampini	ALÉ	180.0	150.0		0.83		

자료: 우진산전(<http://www.wjis.co.kr/page/0209.php>)

일렉시티(<http://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=7880248&memberNo=2632984&vType=VERTICAL>)

캐나다 그린파워(<http://www.greenpowerbus.com/product-line>)

Ebusco(<https://ebusco.eu/electric-buses/>)

Urbino12(<https://www.solarisbus.com/en>)

Euracom600(Sebastian Naumann, Hedwig Vogelpohl, 2015, Deliverable 1.2 Technologies for Fully Electric Busses, Electromobility)

⁵⁾ “시끄럽고 흔들리는 버스는 안녕! 현대 전기 버스 ‘일렉시티’ 공개”,
<http://m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=7880248&memberNo=2632984&vType=VERTICAL>

4) 세대별 전기차 성능 변화 전망

(1) 승용차 및 택시 부문

국내외 전기차 기술발전 동향을 고려하여 세대별로 전기차 성능을 전망해 보았다. 세대 구분은 4가지⁶⁾로 하였으며 실질적으로 국내에 보급이 가능한 차종의 평균 주행거리, 연비 등을 산출하였다. 전기차는 기온변화, 운행여건(도로경사도, 혼잡도) 등에 따라 1회 충전 후 실제 주행거리가 달라질 수 있다. 또한 방전 예방을 위해 배터리 잔량의 20% 수준에서 주로 충전이 이루어지고, 급속으로 완충할 때는 배터리 용량의 80%까지만 충전이 이루어지는 점도 고려하여야 한다. 따라서 공시되어 있는 최대주행거리의 60%까지만 실제로 주행 가능한 거리(이하 실 주행거리)로 가정한다.

1세대 전기차는 공시된 주행거리가 200km 미만인 차종이 주 대상이다. 국내에서 시판되고 환경부 보조금 지급 대상인 6개 차종⁷⁾을 1세대 차량으로 간주하여 주행거리, 연비, 배터리 용량의 평균값을 산출하였다. 2018~2020년에 보급하며 실 주행거리는 86.6km, 연비는 5.5km/kWh로 가정하였다.

2세대 전기차는 공시 주행거리 200~300km인 차량이 대상이며 2017년에 시판된 'GM BOLT EV'를 대표 차종으로 선정하였다. 이러한 차종의 보급은 2021~2025년 사이에 이루어지며 실 주행거리 230km, 연비 5.5km/kWh로 가정하였다.

3세대 전기차는 공시 주행거리 300~500km, 4세대 전기차는 500km 이상인 차량으로 정의하였다. 3, 4세대 전기차의 연비는 보쉬의 전망 자료⁸⁾를 참고하였다. 최종적으로 3세대 전기차는 실 주행거리 300km, 연비 7.0km/kWh인 차량으로 2026~2030년 사이에 보급되며, 4세대 전기차는 실 주행거리 300km 이상, 연비 9.0km/kWh인 차량으로 2031년 이후에 보급이 이루어질 것으로 가정한다.

6) 전기차 세대 구분은 일반적인 구분 표기가 아닌 이 연구에서의 구분 기준임

7) [표 2-6]의 단종된 레이를 제외하고 현대 아이오닉, 르노삼성 SM3.Z.E, 기아 쏘울, BMW i3, 한국지엠 스파크, 닛산 리프 6종에 해당함.

8) LG경제연구원, 2016, 파워트레인, 전기차 대중화 앞당긴다(원자료: 보쉬, 2010, 전기차 전기소모량 감소) 보쉬가 전망한 전기차 전력 소모 감소량을 기준으로 5년 간 연비 향상 수준을 1.9km/kWh로 가정한 후 기술발전 속도를 고려하여 최종적으로 적용함.

[표 2-8] 3, 4세대 연비 적용

(단위: km/kWh)

구분	3세대	4세대
연비	7.0	9.0

자료: LG경제연구원, 2016, 파워트레인, 전기차 대중화 앞당긴다(원자료: 보쉬, 2010, 전기차 전기소모량 감소).

1세대 (주행거리 200km 미만)	2세대 (주행거리 200~300km)	3세대 (주행거리 300~500km)	4세대 (500km 이상)
<ul style="list-style-type: none"> • 차종 SM3 외 국내 6종 • 출시 2013~2016년 • 주행거리 144.3 (86.6km) • 연비 5.5km/kWh • 보급연도 2018~2020년 	<ul style="list-style-type: none"> • 차종 GM BOLT EV • 출시 2017년 하반기 • 주행거리 383 (230km) • 연비 5.5km/kWh • 보급연도 2021~2025년 	<ul style="list-style-type: none"> • 차종 - • 출시 2020년 이후 • 주행거리 500 (300km) • 연비 7.0km/kWh • 보급연도 2026~2030년 	<ul style="list-style-type: none"> • 차종 - • 출시 2030년 이후 • 주행거리 500 이상 (300km 이상) • 연비 9.0km/kWh • 보급연도 2031년 이후

주: 주행거리에서 괄호 안은 실 주행거리를 의미.

[그림 2-6] 세대별 전기차 특징

(2) 버스 부문

시내버스는 한 번 운행 후 차고지에서 대기시간이 길지 않기 때문에 충전할 수 있는 여유 시간이 짧다. 따라서 짧은 시간에 충전해야 하나 현재까지의 기술로는 충전시간이 많이 소요되기 때문에 이에 대한 기술발전 동향을 살펴볼 필요가 있다.

버스의 배터리 용량과 충전속도 등 관련 기술을 고려하여 주행가능거리를 산정하였다. 버스 주행가능거리를 산정할 때 주행 안정성을 고려하여 사용 가능 배터리 용량은 앞서 제시한 논리와 마찬가지로 전체의 60%로 가정하였다. 배터리 용량은 현재 180kWh에서 2030년 이후 400kWh로 증가한다고 가정하였다. 이렇게 될 경우 사용 가능 용량은 2020년 108kWh에서 2030년 이후 240kWh가 된다. 평균연비는 기술수준 향상을 고려하여 점진적으로 증가하는 것으로 예상된다. 이를 반영하여 2030년 이후에 전기 버스의 연비는 지금의 약 2배 수준(0.8km/kWh)이 된다고 가정하였다. 사용 가능 용량과 평균연비를 고려하면 완충 시 주행가능거리를 산정할 수 있다. 2020년까지는 완전 충전 시 약 43km를 주행할 수 있지만 2030년 이후에는 약 240km를 주행할 수 있을 것으로 가정하였다. 이

와 함께 배터리 충전속도도 기술발전에 의해 향상될 것으로 예측되어 지금은 2.5kWh/분이지만 2030년 이후에는 4.0kWh/분으로 지금보다 빨라질 것으로 가정하였다.

[표 2-9] 기술발전을 반영한 버스 주행거리 및 충전시간 가정

(단위: kWh, kWh, km/kWh, km, kWh/분)

구분	배터리 용량	사용 가능 용량*	평균 연비	주행가능거리	배터리 충전시간
현재~2020년	180	108	0.4	43.2	2.5
2020~2025년	250	150	0.5	75	3.0
2025~2030년	300	180	0.6	108	3.5
2030년~	400	240	0.8	240	4.0

주: 사용 가능 용량은 배터리 용량의 60%로 가정.

3_서울시 차량의 전기차 대체 가능성 진단

친환경자동차 보급과 연관된 다양한 서울시 교통 여건 중 서울시 등록차량의 주행거리 특성을 분석하였다. 이는 전기차의 1회 충전 후 주행거리 한계를 고려하여 보급계획을 수립하기 위함이다.

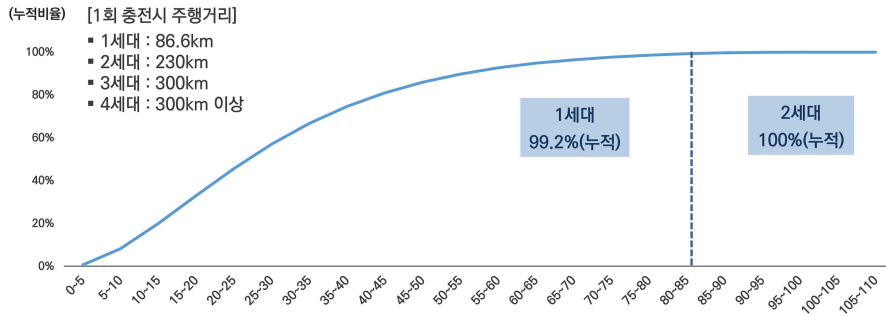
서울시 등록 승용차 중 82만 대의 표본자료를 보유한 교통안전공단의 자동차 검사자료(2016년)를 활용하여 개별 승용차량의 1일 주행거리를 분석하였다. 분석결과, 승용차는 일 주행거리가 짧아 전체의 99.2%가 1세대 성능을 가진 전기차만으로도 보급 가능한 것으로 나타났다. 1회 충전으로 일 주행거리를 소화한다고 가정하면 200km 이상 운행하는 차량은 1세대(실 주행거리 약 86.6km) 전기차 보급에서 제외되고 2세대 전기차 보급 대상에 포함되는 것으로 하였다. 참고로 서울시의 승용차 평균 주행거리는 일 31.6km/대이다.

[표 2-10] 주행거리별 승용차 운행대수 분포

(단위: 대, %)

주행거리 (km)	표본		전수화		누적비율	비고
	대수	누적대수	대수	누적대수		
0~5	5,126	5,126	15,376	15,376	0.6	1세대 전기차 적용가능
5~10	62,850	67,976	188,524	203,900	8.2	
10~15	96,913	164,889	290,699	494,599	19.9	
15~20	107,305	272,194	321,870	816,469	32.9	
20~25	104,656	376,850	313,924	1,130,393	45.6	
25~30	94,271	471,121	282,774	1,413,167	57.0	
30~35	80,175	551,296	240,492	1,653,659	66.7	
35~40	65,441	616,737	196,296	1,849,955	74.6	
40~45	52,417	669,154	157,229	2,007,184	81.0	
45~50	40,844	709,998	122,515	2,129,699	85.9	
50~55	31,610	741,608	94,817	2,224,516	89.7	
55~60	24,241	765,849	72,713	2,297,229	92.7	
60~65	17,848	783,697	53,537	2,350,766	94.8	
65~70	13,167	796,864	39,496	2,390,262	96.4	
70~75	10,093	806,957	30,275	2,420,537	97.6	
75~80	7,460	814,417	22,377	2,442,914	98.5	2세대 전기차 적용가능
80~85	5,861	820,278	17,581	2,460,495	99.2	
85~90	3,841	824,119	11,521	2,472,016	99.7	
90~95	1,579	825,698	4,736	2,476,752	99.9	
95~100	722	826,420	2,166	2,478,918	99.9	
100~105	105	826,525	313	2,479,231	100.0	
		826,525		2,479,231		

자료: 교통안전공단, 2016, 자동차검사자료.



[그림 2-7] 주행거리별 보급 적용 가능한 세대별 전기차(승용차)

택시의 일 주행거리(승객을 태우고 운행하는 영업거리와 승객 없이 운행하는 공차거리의 합)는 ‘디지털통합운행기록계(DTG: Digital Tachograph)’ 자료를 활용하여 산출할 수 있다. 2016년 9월 DTG 자료 기준으로 법인택시의 평균 주행거리는 271.7km/대, 개인택시의 평균 주행거리는 172.7km/대로 나타났다.

[표 2-11] 법인·개인 택시 주행거리(2016년 9월 평일 기준)

(단위: km)

구분	주행거리(영업+공차)		
		영업거리	공차거리
법인	271.7	178.3	93.5
개인	172.7	104.0	68.7

자료: 서울시, 2016년 9월, DTG 자료.

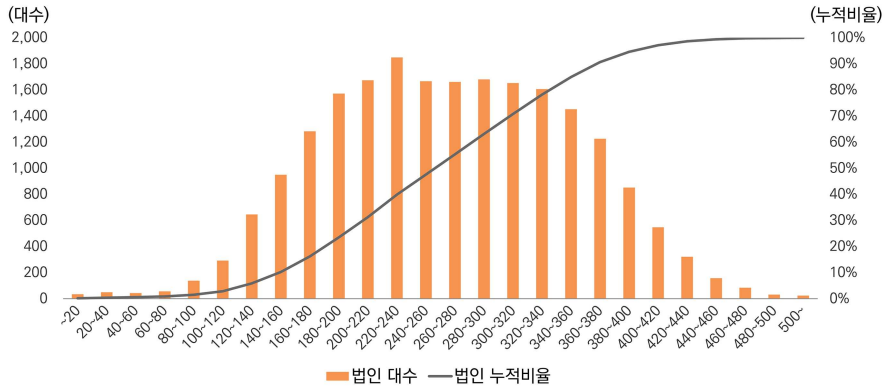
현재의 전기차 주행거리 한계를 감안할 때 전기차로 대체 가능한 법인택시는 전체의 약 1.5%, 개인택시는 7.8%에 불과한 것으로 나타난다. 그러나 2세대 전기차가 보급될 경우 그 비율은 각각 약 40%, 91%까지 확대될 것으로 보인다. 3세대 전기차로 기술 수준이 향상되면 법인택시는 등록대수의 71%까지, 개인택시는 99%까지 보급이 가능한 것으로 나타났다. 상대적으로 주행거리가 짧은 개인택시의 보급이 더 빠르게 이루어지는 것을 알 수 있다.

[표 2-12] 주행거리별 법인·개인 택시 운행대수 분포

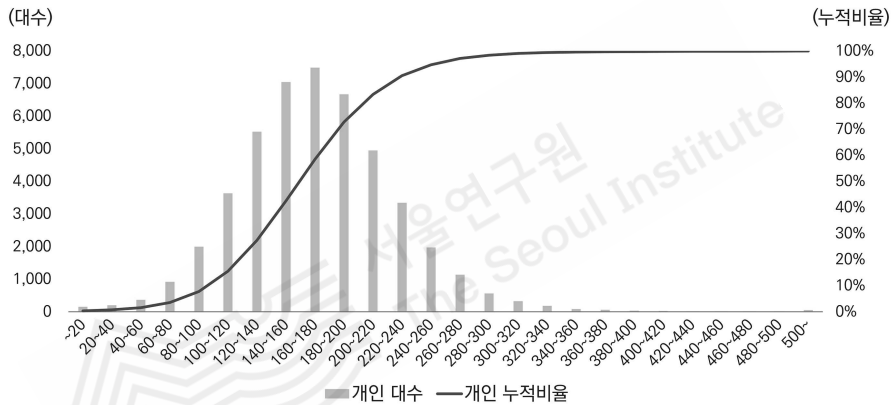
(단위: 대, %)

운행거리 (km)	법인택시			개인택시			비고
	대수	누적		대수	누적		
		대수	비율		대수	비율	
~20	33	33	0.2	158	158	0.3	1세대 전기차 적용가능 (2018~2020년)
20~40	48	81	0.4	208	366	0.7	
40~60	42	123	0.6	386	752	1.5	
60~80	55	177	0.8	966	1,717	3.5	
80~100	134	312	1.5	2,101	3,818	7.8	
100~120	284	596	2.8	3,829	7,647	15.5	2세대 전기차 적용가능 (2021~2026년)
120~140	629	1,225	5.8	5,821	13,467	27.4	
140~160	924	2,150	10.2	7,429	20,897	42.4	
160~180	1,250	3,400	16.2	7,891	28,788	58.5	
180~200	1,531	4,931	23.5	7,029	35,817	72.7	
200~220	1,631	6,562	31.3	5,215	41,032	83.3	
220~240	1,801	8,363	39.9	3,521	44,553	90.5	
240~260	1,623	9,986	47.6	2,079	46,631	94.7	3세대 전기차 적용가능 (2026~2030년)
260~280	1,618	11,604	55.3	1,197	47,829	97.1	
280~300	1,637	13,241	63.1	588	48,417	98.3	
300~320	1,609	14,850	70.8	338	48,755	99.0	
320~340	1,564	16,414	78.2	189	48,944	99.4	4세대 전기차 적용가능 (2031년 이후)
340~360	1,414	17,829	85.0	84	49,028	99.6	
360~380	1,194	19,023	90.6	63	49,092	99.7	
380~400	829	19,852	94.6	30	49,121	99.8	
400~420	533	20,385	97.1	23	49,144	99.8	
420~440	313	20,698	98.6	13	49,157	99.8	
440~460	153	20,851	99.4	15	49,172	99.9	
460~480	82	20,932	99.7	7	49,179	99.9	
480~500	30	20,963	99.9	6	49,185	99.9	
500~	23	20,986	100.0	51	49,236	100.0	

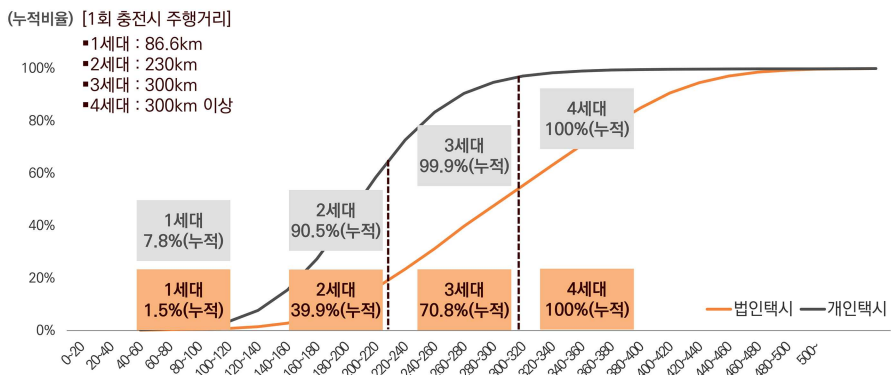
자료: 서울시, 2016년 9월, DTG 자료.



[그림 2-8] 법인택시 주행거리별 분포



[그림 2-9] 개인택시 주행거리별 분포



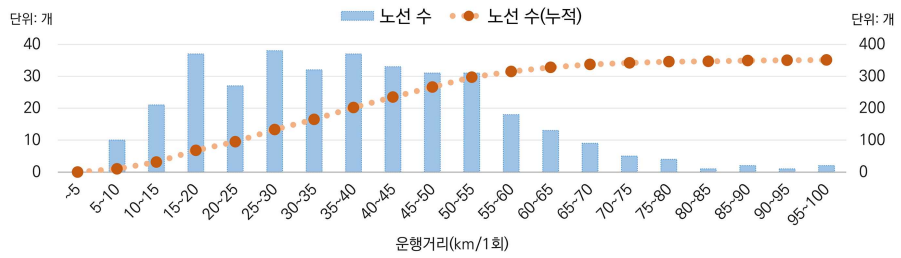
[그림 2-10] 주행거리별 보급 적용 가능한 세대별 전기차(택시)

시내버스에 전기 버스를 도입하는 데 있어서의 큰 제약조건은 1회 충전 시 주행거리와 충전시간이다. 따라서 노선연장 및 운행시간은 전기 버스 도입과 매우 밀접한 연관성이 있다. 서울시 버스 운행현황 검토 결과 현재 기술수준에서 1회 충전으로 운행 가능한 노선(운행거리 40km 이하)은 전체 노선의 54.2%를 차지하며, 이 노선구간에 3,031대(41.3%)의 버스가 운행되고 있는 것으로 나타났다. 운행거리가 100km에 육박하는 노선도 있지만 대부분의 노선은 75km(91.7%) 이내인 것으로 나타났다. 즉, 기술 발전을 고려할 때 2030년 이후에는 노선연장의 제약이 거의 사라질 것으로 예측된다. 다만 전기 버스 도입 시 1회 운행 후 충전할 수 있는 시간의 확보 여부가 필수적이다. 이를 검토하기 위해서는 버스의 배차간격 자료가 있어야 하나, 각 노선의 시간대별 배차간격 자료를 구득하는 데 어려움이 있기 때문에 버스의 1일 운행 시간과 운행횟수를 바탕으로 평균 배차간격을 추정하여 전기 버스 도입 여부를 검토하였다.

[표 2-13] 서울시 운행거리별 노선수 및 운행대수

(단위: 개, 대, %)

운행거리 (km)	노선수		노선수(누적)		운행대수		운행대수(누적)	
	개수	비율	개수	비율	대수	비율	대수	비율
~5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
5~10	10	2.7	10	2.7	59	0.8	59	0.8
10~15	21	5.6	31	8.3	163	2.2	222	3.0
15~20	37	9.9	68	18.2	387	5.3	609	8.3
20~25	27	7.2	95	25.5	376	5.1	985	13.4
25~30	38	10.2	133	35.7	614	8.4	1,599	21.8
30~35	32	8.6	165	44.2	631	8.6	2,230	30.4
35~40	37	9.9	202	54.2	801	10.9	3,031	41.3
40~45	33	8.8	235	63.0	838	11.4	3,869	52.7
45~50	31	8.3	266	71.3	898	12.2	4,767	64.9
50~55	31	8.3	297	79.6	884	12.0	5,651	77.0
55~60	18	4.8	315	84.5	574	7.8	6,225	84.8
60~65	13	3.5	328	87.9	416	5.7	6,641	90.5
65~70	9	2.4	337	90.3	314	4.3	6,955	94.7
70~75	5	1.3	342	91.7	166	2.3	7,121	97.0
75~80	4	1.1	346	92.8	95	1.3	7,216	98.3
80~85	1	0.3	347	93.0	24	0.3	7,240	98.6
85~90	2	0.5	349	93.6	54	0.7	7,294	99.4
90~95	1	0.3	350	93.8	25	0.3	7,319	99.7
95~100	2	0.5	351	94.1	47	0.6	7,341	100.0



[그림 2-11] 서울시 노선연장별 노선 수

03

전기차 보급계획 및 영향 분석

- 1_전기차 보급계획
- 2_전기차 보급계획에 따른 전력수요 분석
- 3_전기차 보급계획에 따른 대기오염 저감효과

03 | 전기차 보급계획 및 영향 분석

1_전기차 보급계획

1) 보급계획 수립방법

앞서 기술한 것처럼 이 연구에서는 친환경자동차 중 가까운 미래에 내연기관 차량을 대체할 가능성이 상대적으로 높다고 판단되는 전기차를 주요 보급 대상으로 선정하였다.

보급정책 수립 시 2022년까지는 서울시 기후환경본부에서 제시하는 전기차 보급계획을 참고하였으며 2022년 이후는 이 연구에서 설정한 기준에 따라 보급계획을 수립하였다.

전체적인 전기차 보급정책 수립방법은 다음과 같다.

첫째, 공급목표연도를 설정하고 최대로 보급 가능한 한계대수를 정한다. 최종 목표연도는 2050년으로 하고 보급 한계를 승용차는 248만 대(2016년 비사업용 승용차 등록대수), 택시는 총 7만 대(총량제 등록 기준, 법인 2만 1천 대, 개인 4만 9천 대), 버스는 7천4백 대(서울시 시내버스 인가대수)로 한다. 전체적으로 서울시 등록 자동차 대수의 86.2%에 해당된다.

둘째, 일평균 주행거리를 추정하고 주행거리별로 운행대수 분포를 파악한다. 보급되는 세대별 전기차 성능에 따라 가능한 주행거리가 다르므로, 이에 맞추어 보급대수 한계를 정한다.

셋째, 대폐차를 고려하여 전기차를 보급한다. 이전에 보급된 전기차가 차량이 지난 경우에는 다음 세대 전기차로 교체하여 보급한다.

넷째, 수단 특성에 맞게 각기 다른 보급계획을 세운다. 승용차는 목표연도별 신차 점유율을 다르게 하여 시나리오 분석을 수행하고, 영업용 차량으로 일일 주행거리에 민감한 택시는 실제 주행거리 분포 자료를 적용하여 보급한다. 버스는 운행주기와 배차간격을 고려하여 현재 수준의 서비스가 제공되는 것을 전제로 전기차를 보급한다. 따라서 충전 시간 부족으로 인해 현재 수준으로 운행이 불가능한 노선은 보급대상에서 제외한다.



[그림 3-1] 전기차 보급정책 수립방법

2) 전기 승용차 보급계획

(1) 보급 한계대수 설정

국도교통부의 자동차 등록대수 자료(2016년 12월 기준)를 이용하여 서울시 비사업용(관용+자가용) 승용차 차량의 등록현황을 파악했다. 파악된 등록대수를 전체 보급대수로 정하였으며, 연간 신규등록대수는 1년에 보급할 수 있는 한계대수로 정했다. 장래에도 현재의 승용차 대수 수준은 비슷하게 유지된다고 가정하였다.

[표 3-1] 2016년 서울시 비사업용 승용차(관용+자가용) 대수

(단위: 대, %)

구분		전체 등록대수	연간 신규등록대수
등록 대수	등록대수	2,479,231	209,526
	전국 대비 비율	15.0	13.6
보급계획 적용		전체 보급대수	연차별 보급 한계대수

자료: 국토통계누리, 연도별 12월, 자동차등록자료-통계 연료별 등록현황.

(2) 승용차 차령에 따른 보급 적용

기술발전을 고려한 보급계획 수립을 위해 앞서 구분한 세대별 전기차를 연도에 맞게 보급하였다. 이러한 전기차도 일정 기간이 지나면 신규 차량으로 교체되어야 한다. 보험연구원⁹⁾에 따르면 승용차의 평균차령은 2016년 기준으로 7.5년이라고 한다. 이 연구에서는 전기 승용차를 7년마다 교체하는 것으로 가정한다. 교체 시에는 보급연도에 해당하는 세대별 차량을 보급한다. 세대별 차량이 혼재되면 그 성능차이로 인해 보급연도별로 충전에 필요한 소비전력도 달라진다.

[표 3-2] 차령을 고려한 전기 승용차 교체방식

구분	2020년	2027년	2034년	2041년
신규, 폐기, 교체 내역	[신규] 1세대 (A)	[폐기] 1세대 (A)		
		[교체] 3세대 (B)	[폐기] 3세대 (B+C)	
		[신규] 3세대 (C)	[교체] 4세대 (D)	[폐기] 4세대 (D+E)
			[신규] 4세대 (E)	[교체] 4세대 (F)
				[신규] 4세대 (G)

주: 승용차 기술발전 수준을 4세대까지 가정하였으므로, 2031년 이후로는 4세대 전기차로만 교체, 신규 보급.

(3) 신차 점유율에 따른 시나리오 분석 수행

승용차는 최종 목표연도인 2050년에 보급되는 신차 점유율을 3가지로 구분하여 시나리오 분석을 수행한다. 앞서 기술한 것처럼 2022년까지의 보급대수는 서울시 기후환경본부¹⁰⁾에서 제시하는 보급계획과 동일하게 적용하였다. 2017년의 경우 현재 시점의 서울시 전기 승용차 등록대수 3,880대(10월 기준)를 고려하여 연말까지 4,000대 수준으로 증가할 것이라 가정하였다.

신차 점유율을 구분하여 최종적으로 구성된 보급 시나리오는 다음과 같다. 시나리오 1은 2050년에 신차 점유율 35%, 누적 점유율(비사업용 승용차 등록대수 대비 전기차 누적보

⁹⁾ 늘어가는 자동차... 높아가는 위험도, 국민일보, 2016.9.

¹⁰⁾ 서울시 기후환경본부, 2017, 「2022년 전기차 특별시 서울」 조성을 위한 전기차 보급 및 충전인프라 구축 전략.

급비율) 53%, 시나리오 2는 신차 점유율 50%, 누적 점유율 68%, 시나리오 3은 신차 점유율 80%, 누적 점유율 98%가 되도록 보급한다. 5년 단위의 보급 목표를 설정하였으며 중간 연도 보급대수는 연차별로 동일한 비율로 증가시켰다.

[표 3-3] 장래 전기 승용차 보급계획 시나리오 구분

(단위: %)

구분	시나리오	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년	2050년
신차 점유율	시나리오 1	4	10	15	20	25	30	35
	시나리오 2	4	12	20	25	30	40	50
	시나리오 3	4	14	25	35	45	63	80
누적 점유율	시나리오 1	1	4	10	17	27	39	53
	시나리오 2	1	5	12	21	33	49	68
	시나리오 3	1	5	14	27	44	67	98

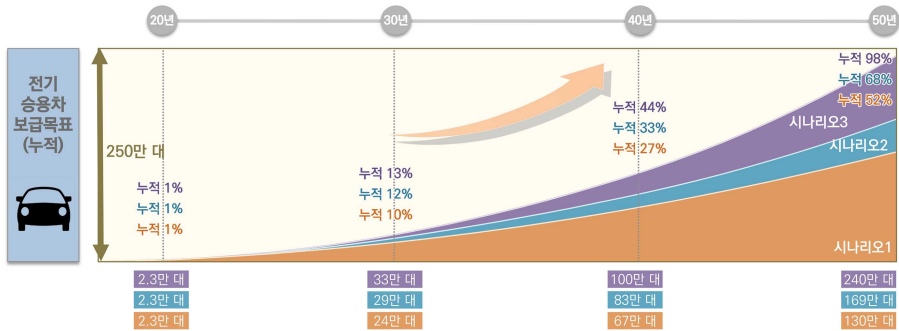
(4) 전기 승용차 보급대수 산출

보급한계대수, 주행거리, 차량, 신차 점유율 항목을 고려하여 최종적으로 산출한 전기 승용차 보급대수는 다음과 같다. 시나리오 1은 2050년 기준 누적 약 130만 대, 시나리오 2는 누적 169만 대, 시나리오 3은 누적 243만 대까지 전기차로 보급이 가능하다.

[표 3-4] 전기 승용차 최종 보급대수

(단위: 대, %)

구분		2017년	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년	2050년
시나리오 1	보급대수	4,000	8,500	21,000	31,000	41,500	52,000	62,500	73,000
	신차점유	2	4	10	15	20	25	30	35
	누적대수	4,000	24,000	106,000	241,000	427,500	666,500	958,000	1,302,000
	전체점유	0	1	4	10	17	27	39	53
시나리오 2	보급대수	4,000	8,500	25,200	42,000	52,500	63,000	84,000	105,000
	신차점유	2	4	12	20	25	30	40	50
	누적대수	4,000	24,000	114,400	291,200	532,700	826,700	1,204,700	1,687,700
	전체점유	0	1	5	12	21	33	49	68
시나리오 3	보급대수	4,000	8,500	28,800	52,000	73,000	94,000	131,000	168,000
	신차점유	2	4	14	25	35	45	63	80
	누적대수	4,000	24,000	121,600	334,800	657,800	1,085,800	1,666,800	2,432,800
	전체점유	0	1	5	14	27	44	67	98



[그림 3-2] 시나리오별 전기 승용차 누적보급대수

3) 전기 택시 보급계획

(1) 보급한계대수 설정

서울시 택시 등록대수는 7만 대이며 이 중 법인택시는 2.1만 대, 개인택시는 4.9만 대이다. 이 규모를 최종적인 보급대수로 한정하고, 세대별 전기차 구분과 보급 적용 연도의 기준은 승용차와 동일하게 적용한다.

[표 3-5] 서울시 택시 등록 및 면허 대수

(단위: 대)

구분	등록대수	면허대수
전체	70,222	72,007
법인택시	20,986	22,738
개인택시	49,236	49,269

자료: 전국택시운송사업조합연합, 2016.10.

(2) 택시 차량에 따른 보급 적용

현재 「여객자동차 운수사업법 시행령」에 따르면 법인택시 2,400cc 미만은 4년, 개인택시 전기차는 2,400cc 이상 차량과 동일하게 9년으로 차량을 한정하고 있다. 차량이 만료되기 전 「자동차관리법」의 임시검사를 받아 이상이 없으면 차량을 2년까지 더 연장할 수 있다. 이를 감안하여 이 연구에서는 교체 주기를 법인 전기 택시는 6년, 개인 전기 택시는 10년으로 한다.

연간 보급 한계대수는 다음과 같이 정한다. 영업용 자동차인 법인택시는 매해 유사한 수준의 대폐차가 발생한다. 전국택시운송사업조합연합회의 확인 결과 2016년에 약 3,600대의 대폐차가 발생하는 것으로 파악되었다. 영업용뿐만 아니라 자가용으로도 사용되는 개인택시는 개인의 운행특성이 많이 반영되어, 연도별 대폐차 수는 상이할 것으로 예상된다. 따라서 개인택시는 4만 9천 대의 차량등록대수와 차량 10년을 고려하여 1년에 4,900대가 대폐차되는 것으로 가정하였다.

[표 3-6] 전기 택시 차량 및 대폐차 대수 추정을 위한 기본가정

(단위: 대, 년)

구분	차종	대폐차(연간 보급한계대수)	차량
전체		8,500	
법인	90% 이상(K5, 소나타) 2,400cc 미만	3,600	6
개인	-	4,900	10

자료: 법인 대폐차: 전국택시운송사업조합연합, 2016.10.

차량: 여객자동차 운수사업법 시행령, 사업용 자동차의 차량과 그 연장요건(제40조 1항 관련).

(3) 전기 택시 보급대수 산출

보급한계대수, 가능주행거리, 차량 등을 고려하여 전기 택시 연차별 보급대수를 산정한다. 먼저 보급시기별로 세대별 전기차의 1회 충전 후 가능한 실 주행거리를 기준으로 보급 한계대수를 정하고, 연차별 보급대수는 동일한 비율로 적용한다.¹¹⁾

예를 들어 [표 3-7]에서 1세대 법인 전기 택시는 2018~2020년에 312대까지 보급이 가능하다. 100대 단위 보급방식을 적용함으로써 2020년에는 300대까지 보급하는 것으로 하였다. 2021~2026년 사이에는 2세대 전기차가 보급되며 법인택시는 누적 8,363대(약 40%)까지 가능하다. 이 시기의 총 보급 물량은 8,063대(8,363대-300대)로 5년간 동일하게 1,600대씩 보급한다. 단, 연차별 보급대수는 대폐차 4,900대보다 적어야 한다.

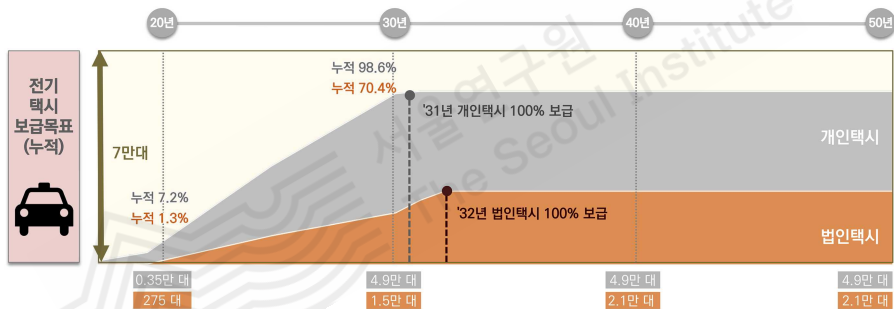
최종적으로 법인택시 2만 1천 대는 2032년에 보급이 완료되고 전기차의 주행거리 제약을 상대적으로 덜 받는 개인택시 4만 9천 대는 이보다 1년이 빠른 2031년에 보급이 모두 완료된다.

¹¹⁾ 보급은 100대 단위로 함.

[표 3-7] 전기 택시 최종 보급대수

(단위: 대, %)

종류	구분	2015년 (현재)	2020년	2025년	2030년	2031년	2032년
전체 택시	주행거리 한계대수	60	4,130	52,916	63,605	70,222	70,222
	누적보급대수	60	3,900	36,400	63,400	67,636	70,222
	연차별 보급대수	60	1,300	6,500	5,400	4,236	2,586
	전기 택시 비율	0.1	5.6	51.8	90.3	96.3	100.0
법인 택시	주행거리 한계대수	25	312	8,363	14,850	20,986	20,986
	누적보급대수	25	300	8,300	14,800	18,400	20,986
	연차별 보급대수	25	100	1,600	1,300	3,600	2,586
	전기 택시 비율	0.1	1.4	39.6	70.5	87.7	100.0
개인 택시	주행거리 한계대수	35	3,818	44,553	48,755	49,236	49,236
	누적보급대수	35	3,600	28,100	48,600	49,236	49,236
	연차별 보급대수	35	1,200	4,900	4,100	636	0
	전기 택시 비율	0.1	7.3	57.1	98.7	100.0	100.0



[그림 3-3] 전기 택시 누적보급대수

4) 전기 버스 보급계획

(1) 보급 대상 선정

서울시 버스는 373개 노선에 7,421대(2017년 5월 기준)가 운행 중이다. 이 연구에서는 심야버스와 맞춤버스를 제외한 351개 노선 7,341대를 대상으로 보급계획을 수립하였다.

(2) 버스 대폐차를 고려한 보급방식 적용

현재 「여객자동차 운수사업법 시행령」에 따르면 버스는 10년을 주기로 교체해야 한다. 이를 근거로 이 연구에서는 버스의 교체주기를 10년으로 설정하였다. 연도별로 실제 대폐

차 대수는 상이하지만 그 사항을 모두 반영하기에는 자료의 제약이 있다. 이에 보급 대상 대수인 약 7,300대가 10년 주기로 교체된다고 가정하고 연간 보급대수는 730대보다 적은 것으로 설정하였다.

(3) 전기 버스 보급대수 산출

전기 버스 보급대수 산출 시 다음과 같은 사항을 고려하였다. 첫 번째, 배터리 용량에 따른 주행가능거리를 고려하였다. 위에서 산출했던 것과 같이 기술발전을 고려해 시기별 운행가능거리를 반영하였다. 두 번째, 충전기 공급 제약은 없는 것으로 가정하였다. 즉, 모든 버스가 충전을 할 수 있는 충분한 인프라가 버스 차고지 내에 구축되어 있다고 가정하고 보급대수를 산출하였다.

Step 1. 주행거리 검토

$$\text{배터리 용량} \times \text{실제 사용 용량 (60\%)} \times \text{연비 (0.4~0.8kWh/km)} = \text{주행가능거리 설정}$$

Step 2. 여건을 고려한 전기 버스 도입 가능 노선 검토

1	1회 운행 시 배터리 소비량 인가거리(km) X 세대별 평균 연비(0.4~0.8kWh/km)
2	버스 1대당 주기사간(Cycle Time) 평균 배차간격(분) X 인가대수(대)
3	버스 1회 운행시간(Running Time) [버스 인가거리/버스 평균속도(19.5km/h)] X 60
4	차고지 도착 후 배터리 충전 가능 용량 (주기사간 - 운행시간) X 세대별 충전속도(2.5~4kWh/분)
5	전기버스 도입 여부 결정 if 1회 운영 시 배터리 소비량 ≥ 차고지 도착 후 배터리 충전 가능 용량, 전기버스 도입 유보 if 1회 운영 시 배터리 소비량 ≤ 차고지 도착 후 배터리 충전 가능 용량, 전기버스 도입

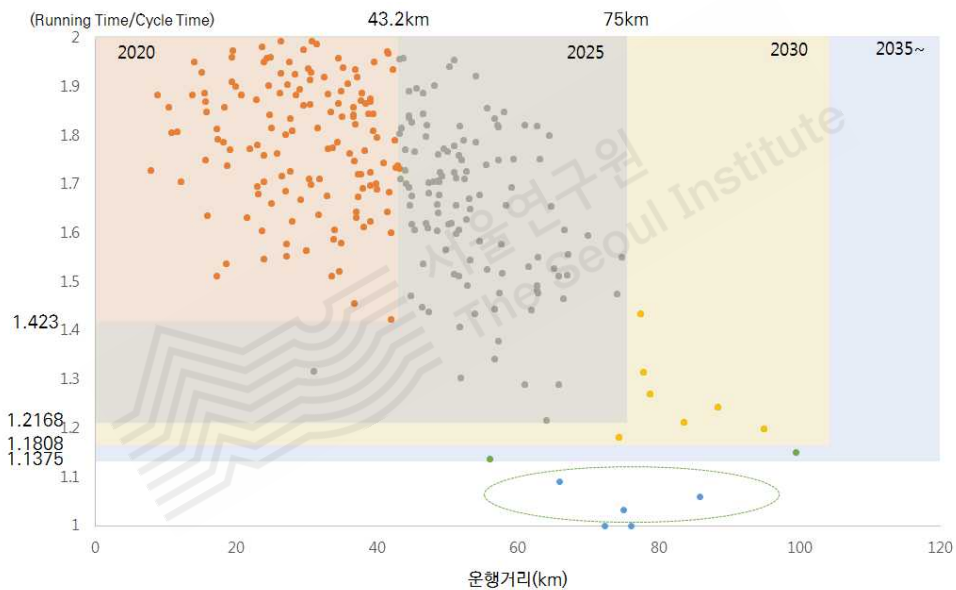
Step 3. 도입노선 선정

대상노선에 포함된 노선 중 인가거리와 대폐차를 고려하여 도입 대상 노선 및 대수 선정

[그림 3-4] 전기 버스 보급대수 산출 과정

시기별 보급대수를 산출하기 위해 우선 시기별로 배터리 용량과 사용 가능 용량, 연비를 고려하여 주행가능거리를 산정한다. 이 주행거리를 바탕으로 차고지 도착 후 배터리 충전 가능 용량과 1회 운행 시의 배터리 소비량을 비교하여 전기 버스 도입 여부를 검토한다. 1회 운행 시 소비한 배터리 사용량이 차고지에서 충전할 수 있는 용량(차고지 도착 후 다시 운행을 나가야 하는 시간 사이에 충전할 수 있는 배터리 용량)보다 적을 경우 전기 버스를 도입할 수 있는 노선으로 선정하고, 그렇지 않을 경우 전기 버스 도입을 유보한다.

노선 연장과 운행주기, 배터리 용량을 고려했을 때 5개 노선 119대는 1회 운행 후 배터리를 충전할 수 있는 여유시간이 부족해 도입이 불가능할 것으로 추정되었다.



[그림 3-5] 서울시 전기 버스 전환 가능 노선 추이

연도별 보급대수 산정 시 버스의 대폐차를 고려한다. 버스를 한 번 구매할 경우 10년을 사용한다고 가정하였다. 이로 인한 1년 대폐차 대수는 최대 730대로 설정하여 한 해에 보급할 수 있는 버스 대수는 이 규모가 넘지 않도록 하였다. 또한, 전기 버스 관련 기술이 발전 중이기 때문에 단기간 내에 급격한 전기 버스 보급은 어려울 것으로 판단된다. 따라서 2030년까지는 대폐차 대수의 절반 수준인 300대 내외를 보급 한정대수로 설정하였고,

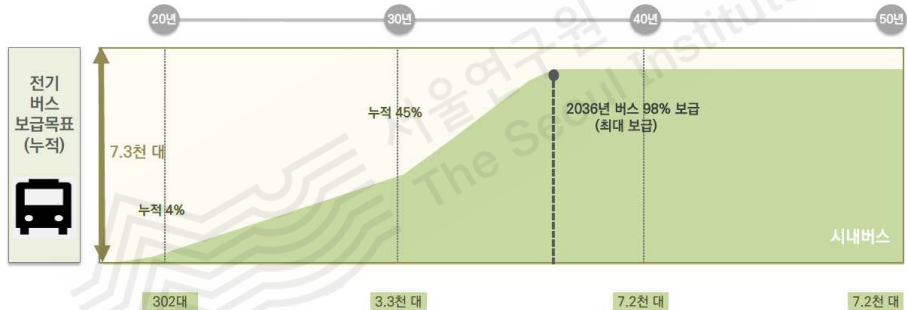
관련 기술이 안정화될 것으로 예상되는 2030년 이후에는 모든 대·폐차 버스가 전기 버스로 교체하는 것으로 가정하여 보급대수를 산정하였다. 마지막으로 전기 버스 도입 시 각 노선의 버스를 일괄적으로 다 교체하는 것으로 보급전략을 수립하였다.

보급대수 산정 결과 2020년 302대, 2030년 3,335대, 2035년 6,789대가 보급될 것으로 예측되었으며 2036년에는 최대 7,222대까지 보급하는 것으로 산정되었다.

[표 3-8] 전기 버스 최종 보급대수

(단위: 대, %)

구분	2020	2025	2030	2035	2036
누적보급대수	302	1,799	3,335	6,789	7,222
연차별 보급대수	156	302	302	693	433
누적비율	4.1	24.5	45.4	92.5	98.4



[그림 3-6] 전기 버스 누적보급대수

5) 총 보급대수

승용차, 택시, 버스를 전기차로 모두 보급했을 때의 총 보급대수는 다음과 같다. 2050년 기준으로 시나리오 1은 137.9만 대, 시나리오 2는 176.5만 대, 시나리오 3은 251만 대가 보급된다. 전기차 전환대상 차량 2,556,794대 중 98.2%까지 보급이 가능하고, 수단별로 구분 시 택시는 100%, 승용차는 98%, 버스는 97%까지 보급 가능한 것으로 나타났다.

[표 3-9] 총 보급대수 및 등록대수 대비 비율

(단위: 대, %)

구분			2017년	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년	2050년
시 나 리 오 1	승용차	누적	4,000	24,000	106,000	241,000	427,500	666,500	958,000	1,302,000
		비율	0	1	4	10	17	27	39	53
	택시	누적	60	3,900	36,400	63,400	70,222	70,222	70,222	70,222
		비율	0	6	52	90	100	100	100	100
	버스	누적	10	302	1,799	3,335	6,789	7,222	7,222	7,222
		비율	0	4	25	45	92	98	98	98
	소계	누적	4,070	28,202	144,199	307,735	504,511	743,944	1,035,444	1,379,444
시 나 리 오 2	승용차	누적	4,000	24,000	114,400	291,200	532,700	826,700	1,204,700	1,687,700
		비율	0	1	5	12	21	33	49	68
	택시	누적	60	3,900	36,400	63,400	70,222	70,222	70,222	70,222
		비율	0	6	52	90	100	100	100	100
	버스	누적	10	302	1,799	3,335	6,789	7,222	7,222	7,222
		비율	0	4	25	45	92	98	98	98
	소계	누적	4,070	28,202	152,599	357,935	609,711	904,144	1,282,144	1,765,144
시 나 리 오 3	승용차	누적	4,000	24,000	121,600	334,800	657,800	1,085,800	1,666,800	2,432,800
		비율	0	1	5	14	27	44	67	98
	택시	누적	60	3,900	36,400	63,400	70,222	70,222	70,222	70,222
		비율	0	6	52	90	100	100	100	100
	버스	누적	10	302	1,799	3,335	6,789	7,222	7,222	7,222
		비율	0	4	25	45	92	98	98	98
	소계	누적	4,070	28,202	159,799	401,535	734,811	1,163,244	1,744,244	2,510,244

주1: 시나리오 1: 승용차 신차 판매대수 대비 35% 보급, 누적대수 대비 52% 보급.

시나리오 2: 승용차 신차 판매대수 대비 50% 보급, 누적대수 대비 68% 보급.

시나리오 3: 승용차 신차 판매대수 대비 80%, 보급 누적대수 대비 98% 보급.

주2: 택시와 버스 대수는 시나리오 1, 2, 3 모두 동일.

주3: 비율은 개별 수단 등록대수(버스: 인가대수) 대비 보급대수 비율을 의미.

주4: 서울시의 '서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획'과 가장 근접한 계획은 시나리오 1임.

2_전기차 보급계획에 따른 전력수요 분석

1) 총 전력수요

(1) 전기 승용차 및 전기 택시 전력수요

승용차와 택시의 전기차 보급은 차종에 따라 승용차 7년, 법인택시 6년, 개인택시는 10년마다 차량을 교체하는 것으로 가정하였다. 세대가 다른 전기차가 혼용되어 운행됨에 따라 당해 연도의 연비와 일전력수요도 달라진다. 이러한 특징을 반영하여 연도별 전력수요는 세대별 전기차 보급대수와 주행거리, 차량연비를 적용하여 산출한다.

$$E = \sum_i \sum_j \left(\frac{V \times D}{Fuel} \right)_{ij}$$

- E : 일전력수요
- V : 전기차 보급대수
- D : 차종별 일평균 주행거리
(승용차: 31.6km, 법인택시: 271.7km, 개인택시: 172.7km)
- $Fuel$: 당해 연도 평균 차량연비
- i : 차종(승용차, 법인택시, 개인택시)
- j : 세대

한편 장래 서울시 전력수요는 제7차 전력수급기본계획¹²⁾ 자료를 바탕으로 추정하였다. 이 자료는 전국 단위로 전력수요, 공급량 등을 계획하고 있어 지역별 전력수요 정보는 부재하다. 따라서 서울시의 장래 전력수요를 추정하기 위해서는 전국에서 서울시가 차지하는 전력 비율을 활용하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 서울시(4,739GWh)는 전국 전력(45,466GWh)의 10.4%를 사용하는 것으로 나타났으며¹³⁾ 장래에도 이 비율은 유지된다고 가정하였다. 또한 기본계획에는 장래 수요 전망이 2029년까지만 추정되어 있어, 2030년 이후의 전력소비량은 2029년과 동일하다고 가정하고 분석하였다.

¹²⁾ 산업통상자원부, 2015, 「제7차 전력수급계획」.

¹³⁾ 전력거래소, <http://www.kpx.or.kr/>, 2017년 8월 자료.

분석결과, 시나리오 1(신차 대비 35%, 누적보급 53%)의 2050년 전기 승용차 부문 전력 수요는 1,669GWh로 서울시 전체 전력수요의 2.4%를, 시나리오 2(신차 대비 50%, 누적 보급 68%)의 전력수요는 2,164GWh로 서울시 전체 전력수요의 3.2%를 차지할 것으로 분석되었다. 또한 서울시가 적극적으로 전기차 보급계획을 수립하는 시나리오 3(신차 대비 80%, 누적보급 98%)의 2050년 전력수요는 3,119GWh로 서울시 전체 전력수요의 약 4.6%를 차지하는 것으로 나타났다.

[표 3-10] 전기 승용차 총 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율

구분	2017년	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년	2050년
서울시 전력수요 (7차 전력수급기본계획 GWh/년)	55,516	61,325	65,838	68,468	68,468	68,468	68,468	68,468
시 나 리 오 1	누적보급대수 (대)	4,000	24,000	106,000	241,000	427,500	666,500	1,302,000
	일주행거리 (천km)	126	759	3,351	7,618	13,514	21,069	41,158
	차량연비 (km/kWh)	4.40	5.50	5.50	6.69	8.57	9.00	9.00
	전력수요 (GWh/년)	10	50	222	416	576	1,228	1,669
	7차대비 비율(%)	0.0	0.1	0.3	0.6	0.8	1.2	2.4
시 나 리 오 2	누적보급대수 (대)	4,000	24,000	114,400	291,200	532,700	826,700	1,687,700
	일주행거리 (천km)	126	759	3,616	9,205	16,840	26,133	53,351
	차량연비 (km/kWh)	4.40	5.50	5.50	6.71	8.57	9.00	9.00
	전력수요 (GWh/년)	10	50	240	501	717	1,060	2,164
	7차대비 비율(%)	0.0	0.1	0.4	0.7	1.0	1.5	3.2
시 나 리 오 3	누적보급대수 (대)	4,000	24,000	121,600	334,800	657,800	1,085,800	2,432,800
	일주행거리 (천km)	126	759	3,844	10,584	20,794	34,324	76,905
	차량연비 (km/kWh)	4.40	5.50	5.50	6.72	8.59	9.00	9.00
	전력수요 (GWh/년)	10	50	255	575	883	1,392	3,119
	7차대비 비율(%)	0.0	0.1	0.4	0.8	1.3	2.0	4.6

전기 택시는 2031~2032년 사이에 전기차 교체 대상 물량에 대한 보급이 완료된다. 하지만 전기 택시 운영에 필요한 최대 전력은 저성능 전기차량의 교체가 끝나는 시점인 2036년 이후인 것으로 분석되었다. 이 시기 전기 택시 총 전력수요는 526GWh/년으로 7차 전력수급기본계획의 장래 전력소비량의 0.77%이다. 종류별로 보면 법인택시는 연간 231GWh, 개인택시가 295GWh의 전력을 소비하는 것으로 나타난다. 실제 보급된 대수는 개인택시가 법인택시보다 2배 이상 많지만, 차량 1대당 전력수요는 주행거리가 긴 법인택시가 1.8배 큰 것으로 나타나 총 전력수요의 차이는 크지 않은 것으로 분석되었다.

[표 3-11] 전기 택시 총 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율

종류	구분	2017년	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년 이후
서울시 전력수요 (7차 전력수급기본계획) (GWh/년)		55,516	61,325	65,838	68,468	68,468	68,468
전체 택시	누적보급대수 (대)	60	3,900	36,400	63,400	70,222	70,222
	일주행거리 (천km)	11	496	5,491	9,618	11,372	11,372
	차량연비 (km/kWh)	4.4	5.5	5.5	6.5	7.4	7.6
	전력	전력수요 (GWh/년)	1	33	364	537	526
		7차대비 비율(%)	0.00	0.05	0.55	0.78	0.77
법인 택시	누적보급대수 (대)	25	300	8,300	14,800	20,986	20,986
	일주행거리 (천km)	7	82	2,255	4,022	5,702	5,702
	차량연비 (km/kWh)	4.4	5.5	5.5	6.8	8.7	9.0
	전력	전력수요 (GWh/년)	1	5	150	239	231
		7차대비 비율(%)	0.00	0.01	0.23	0.31	0.34
개인 택시	누적보급대수 (대)	35	3,600	28,100	48,600	49,236	49,236
	일주행거리 (천km)	4	415	3,236	5,597	5,670	5,670
	차량연비 (km/kWh)	4.4	5.5	5.5	6.3	6.9	7.0
	전력	전력수요 (GWh/년)	0	28	215	300	295
		7차대비 비율(%)	0.00	0.04	0.33	0.47	0.43

(2) 전기 버스 전력수요

버스 보급계획을 수립할 때 차량을 고려하여 10년마다 차량을 교체하는 것으로 가정하였다. 따라서 연도별 보급에 따라 세대가 다른 전기차의 혼합이 발생하고, 이는 당해연도의 전력수요에 영향을 미친다. 따라서 승용차 및 택시와 마찬가지로 보급대수와 노선별 운행 거리, 차량연비를 고려하여 전력량을 산출하였다.

전기 버스는 2036년에 보급이 완료된다. 하지만 전기 버스 운영에 필요한 최대 전력수요는 저성능 전기 버스의 교체가 끝나는 시점인 2038년인 것으로 분석되었다. 이 때 전력수요는 743GWh/년으로 7차 전력수급기본계획상 전력소비량의 1.1%이다.

[표 3-12] 전기 버스 총 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율

종류	구분	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년 이후
전력	서울시 전력수요 (7차 전력수급기본계획) (GWh/년)	61,325	65,838	68,468	68,468	68,468
	보급대수 (대)	302	1,799	3,335	6,789	7,222
	차량연비 (km/kWh)	0.4	0.6	0.6	0.8	0.8
	전력수요 (GWh/년)	48	266	448	743	728
	7차대비 비율 (%)	0.1	0.4	0.7	1.1	1.1

(3) 전체 전력수요

승용차, 택시, 버스를 전기차로 모두 보급했을 때(2050년 기준)의 총 전력수요는 다음과 같다. 시나리오 1(누적보급 137.9만 대)의 전력수요는 2,923GWh/년으로 7차 전력 수급 계획의 4.3%를 차지한다. 시나리오 2(누적보급 176.5만 대)의 전력수요는 3,417GWh/년으로 5.0%를 차지하는 것으로 나타났다. 시나리오 3(누적보급 251만 대)의 전력수요는 4,372GWh/년으로 전력 수급계획량의 6.4%를 차지하는 것으로 분석되었다.

[표 3-13] 전체 전력수요 및 7차 전력수급기본계획 대비 비율

(단위: GWh/년, %)

구분			2017년	2020년	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년	2050년
서울시 전력수요 (7차 전력수급기본계획)			55,516	61,325	65,838	68,468	68,468	68,468	68,468	68,468
시 나 리 오 1	승용차	전력	10	50	222	416	576	854	1,228	1,669
		비율	0.0	0.1	0.3	0.6	0.8	1.2	1.8	2.4
	택시	전력	1	33	364	537	539	526	526	526
		비율	0.0	0.1	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	버스	전력	1	48	266	448	743	728	728	728
		비율	0.0	0.1	0.4	0.7	1.1	1.1	1.1	1.1
	소계	전력	13	131	853	1,401	1,857	2,108	2,482	2,923
		비율	0.0	0.2	1.3	2.0	2.7	3.1	3.6	4.3
시 나 리 오 2	승용차	전력	10	50	240	501	717	1,060	1,544	2,164
		비율	0.0	0.1	0.4	0.7	1.0	1.5	2.3	3.2
	택시	전력	1	33	364	537	539	526	526	526
		비율	0.0	0.1	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	버스	전력	1	48	266	448	743	728	728	728
		비율	0.0	0.1	0.4	0.7	1.1	1.1	1.1	1.1
	소계	전력	13	131	871	1,486	1,999	2,313	2,798	3,417
		비율	0.0	0.2	1.3	2.2	2.9	3.4	4.1	5.0
시 나 리 오 3	승용차	전력	10	50	255	575	883	1,392	2,137	3,119
		비율	0.0	0.1	0.4	0.8	1.3	2.0	3.1	4.6
	택시	전력	1	33	364	537	539	526	526	526
		비율	0.0	0.1	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	버스	전력	1	48	266	448	743	728	728	728
		비율	0.0	0.1	0.4	0.7	1.1	1.1	1.1	1.1
	소계	전력	13	131	886	1,560	2,165	2,646	3,390	4,372
		비율	0.0	0.2	1.3	2.3	3.2	3.9	5.0	6.4

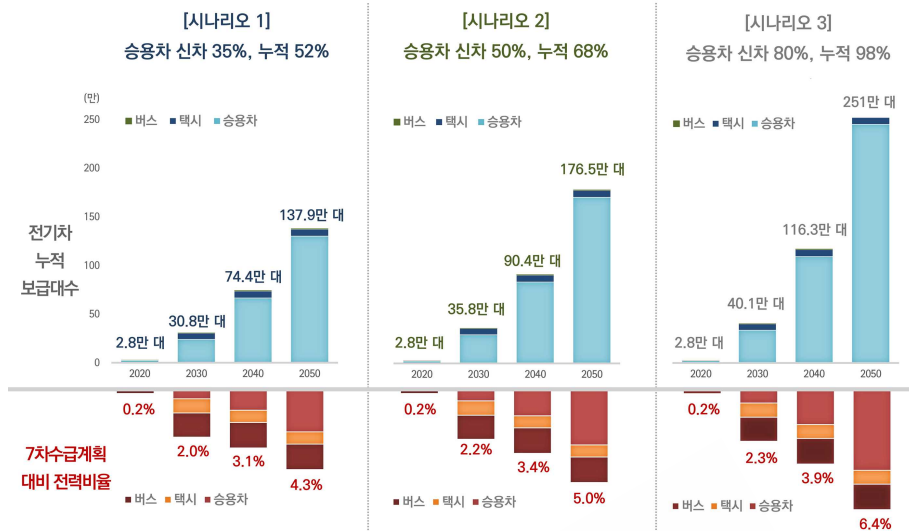
주1: 시나리오 1: 승용차 신차 판매대수 대비 35% 보급, 누적대수 대비 52% 보급.

시나리오 2: 승용차 신차 판매대수 대비 50% 보급, 누적대수 대비 68% 보급.

시나리오 3: 승용차 신차 판매대수 대비 80%, 보급 누적대수 대비 98% 보급.

주2: 택시와 버스 전력은 시나리오 1, 2, 3 모두 동일.

주3: 비율은 7차 전력수급기본계획 장래전력수요 대비 비율을 의미.



[그림 3-3] 시나리오별 총 누적대수 및 총 전력수요

특이한 점은 시나리오에 따라 전체 보급계획에서는 보급량의 0.3~0.5%만을 차지하는 버스가 총 전력수요의 17~25%를 차지한다는 것이다. 버스는 정해진 노선을 반복적으로 운행하는 특성상 주행거리가 길다. 또한 정해진 스케줄에 따라 연속적으로 운행되어야 하므로 잦은 빈도의 충전이 필요하며 차량의 크기가 커 전력 소모량이 많다.

한편 추가적으로 도심 택배차량을 전기트럭으로 교체했을 때 전력수요를 간략하게 추정해 보았다. 대표적인 택배 차량인 사업용 화물차 밴형(1톤 이하) 4,655대¹⁴⁾를 기준으로 산출하였다. 이 차량을 대상으로 일 주행거리(94.1km), (주) 파워프라자 1톤 전기트럭 ‘피스’의 배터리 용량, 1회 충전 시의 주행거리 자료를 이용하여 전력수요를 산출하였다. 분석결과, 교체된 트럭은 2050년에 65~107GWh¹⁵⁾의 전력을 사용하며 7차 전력수급기본계획 상 전력수요의 0.1~0.16%를 차지하는 것으로 나타났다.

14) 국토통계누리, 2016.12, 자동차등록자료-최대적재량별 등록현황.

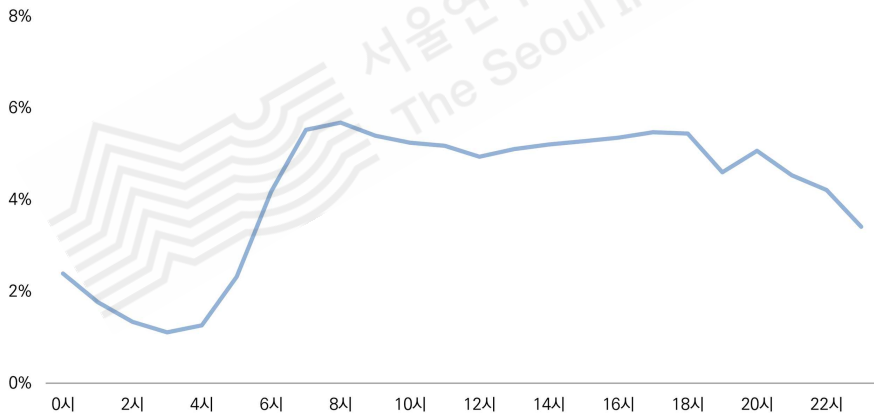
15) 65GWh/년은 배터리 기술 발전이 고려된 수치이며, 107GWh/년은 (주)파워프라자 1톤 트럭 피스의 연비로 계산한 수치임.

2) 시간대별 전력수요

(1) 개별수단 시간대별 운행률

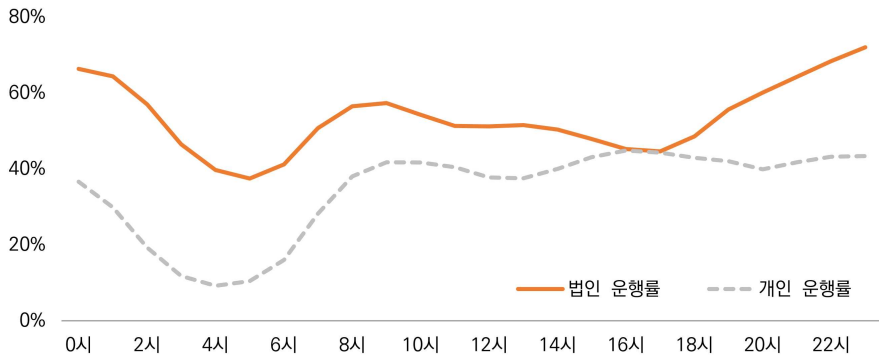
서울시 장래 전력수요의 6.4%까지도 차지할 수 있는 전기차의 충전 전력수요가 하계 및 동계 최대전력 소비시간과 중첩될 경우 전력망에 주는 부하는 전력수요관리에 큰 문제가 될 수 있다. 따라서 시간대별 전기차 충전 전력수요를 면밀하게 검토할 필요가 있다.

시간대별 전기차 충전 전력수요를 추정하기 위해 차량이 운행하지 않을 때 전기차 충전이 이루어진다고 가정하였다. 여기서 전기차의 충전은 차량의 운행패턴과 반비례함을 의미한다. 시간대별 차량 운행률은 승용차의 경우 도심, 시계, 교량, 간선, 도시고속도로의 시간대별 양방향 교통량¹⁶⁾을 활용하였고, 택시의 경우 2016년 9월의 DTG 자료를 이용하여 평일 시간대별 교통량 비율을 산출하였다. 버스는 서울시 시내버스의 상제노선 배차간격 자료를 이용하여 시간대별 운행률을 산출하였다.

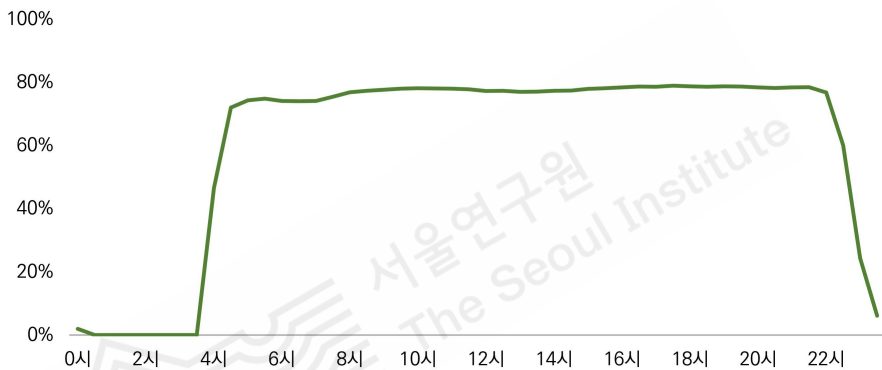


[그림 3-8] 승용차 시간대별 교통량 분포

16) 서울시, 2016, 「서울특별시 교통량 조사」.



[그림 3-9] 택시 시간대별 운행률(2016년 9월 평일)



[그림 3-10] 시내버스 시간대별 운행률

(2) 시간대별 전력수요

수단별 운행률을 바탕으로 시간대별 전력수요를 산출한다. 장래 서울시의 시간대별 전력 수요 패턴은 현재와 유사할 것이라 가정하고 하계, 동계 최대전력 사용일자의 시간대별 전력사용량을 파악하였다. 전기차의 충전이 전력소비가 많은 시간에 어떤 영향을 끼치는 지 파악하기 위해 하계 오후 4시, 동계 오전 11시의 전력비율도 분석하였다.¹⁷⁾

분석결과, 2030년에는 하계 침두시간, 동계 침두시간 모두 유사한 수준으로 서울시 전력의 1.6~1.8%를 사용하는 것으로 나타났다. 수단별 보급이 모두 완료된 시점인 2050년에

¹⁷⁾ 전력거래소 자료(2016년 기준 최대전력 사용일/시간은 하계: 8월 12일 오후 4시, 동계: 1월 21일 오전 11시임).

는 시나리오에 따라 하계에는 첨두시간 전력의 3.0~4.1%, 동계에는 3.1~4.3%의 전력을 사용하는 것으로 나타났다.

이는 시간대로 구분하지 않은 총 전력수요([표 3-13] 참고)에 비해 약 2% 정도 낮은 수치로, 전기차의 충전 시간을 어떻게 배분하느냐에 따라 시간대별 부하 전력이 크게 달라질 수 있음을 시사한다.

[표 3-14] [시나리오 1] 하계 및 동계 전기차 전력량(2030년)

(단위: MWh, %)

시나리오	시간대	전기차 전력량				서울시			
		승용차	택시	버스	소계	하계		동계	
						전력량	전차비율	전력량	전차비율
	소계	1,138	1,472	1,226	3,837	187,584	2.0	187,584	2.0
	0시	63	46	11	121	7,322	1.6	7,718	1.6
	1시	86	53	20	159	6,771	2.3	7,349	2.2
	2시	113	74	20	207	6,449	3.2	7,077	2.9
	3시	136	112	0	248	6,247	4.0	6,922	3.6
	4시	120	141	0	261	6,138	4.2	6,830	3.8
	5시	65	129	63	257	6,108	4.2	6,829	3.8
	6시	36	93	62	191	6,156	3.1	6,930	2.8
	7시	27	60	63	151	6,443	2.3	7,144	2.1
	8시	27	49	65	140	6,998	2.0	7,542	1.9
	9시	28	46	65	140	7,872	1.8	8,273	1.7
시나리오 1	10시	29	47	66	142	8,472	1.7	8,662	1.6
	11시	29	49	65	144	8,768	1.6	8,778	1.6
	12시	31	51	65	147	8,873	1.7	8,678	1.7
	13시	30	51	65	146	8,558	1.7	8,082	1.8
	14시	29	50	65	144	8,925	1.6	8,313	1.7
	15시	29	50	66	144	9,086	1.6	8,354	1.7
	16시	28	50	66	145	9,082	1.6	8,273	1.7
	17시	28	51	66	145	9,115	1.6	8,339	1.7
	18시	28	49	66	143	8,976	1.6	8,340	1.7
	19시	33	47	66	146	8,696	1.7	8,285	1.8
	20시	30	46	66	142	8,570	1.7	8,027	1.8
	21시	33	44	66	143	8,388	1.7	7,754	1.8
	22시	36	42	58	135	7,986	1.7	7,550	1.8
	23시	44	41	13	98	7,586	1.3	7,533	1.3

주1: 시나리오 1: 승용차 신차 판매대수 대비 35% 보급, 누적대수 대비 52% 보급.

시나리오 2: 승용차 신차 판매대수 대비 50% 보급, 누적대수 대비 68% 보급.

시나리오 3: 승용차 신차 판매대수 대비 80% 보급, 누적대수 대비 98% 보급.

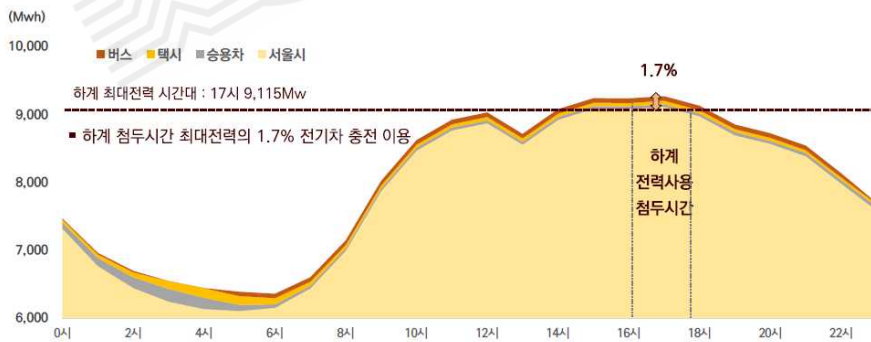
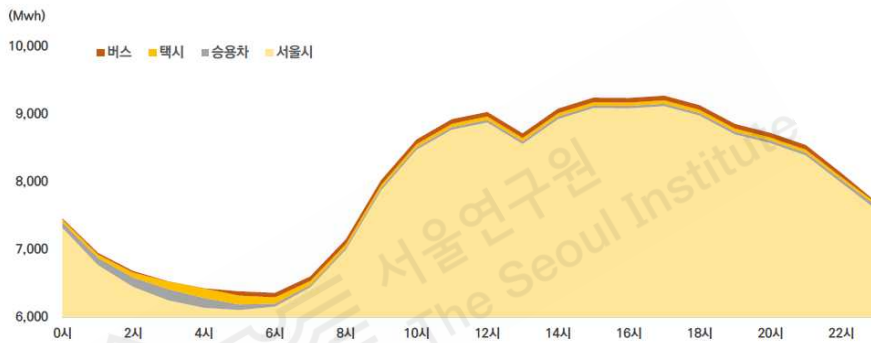
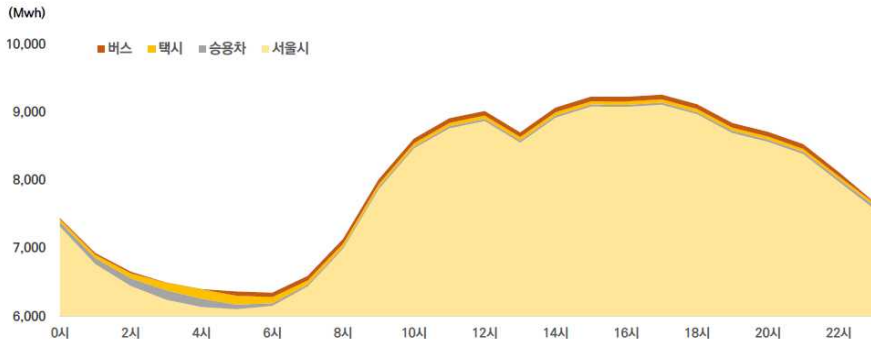
주2: 택시와 버스 전력은 시나리오 1, 2, 3 모두 동일.

주3: 전기차 비율은 7차전력수급기본계획 장래전력수요 대비 전기차 충전 전력비율을 의미.

[표 3-15] [시나리오 2&3] 하계 및 동계 전기차 전력량(2030년)

(단위: MWh, %)

시나리오	시간대	전기차 전력량				서울시			
		승용차	택시	버스	소계	하계		동계	
						전력량	전차비율	전력량	전차비율
시나리오 2	소계	1,372	1,472	1,226	4,071	187,584	2.2	187,584	2.2
	0시	76	46	11	133	7,322	1.8	7,718	1.7
	1시	103	53	20	176	6,771	2.6	7,349	2.4
	2시	136	74	20	230	6,449	3.6	7,077	3.3
	3시	164	112	0	276	6,247	4.4	6,922	4.0
	4시	145	141	0	285	6,138	4.6	6,830	4.2
	5시	79	129	63	271	6,108	4.4	6,829	4.0
	6시	44	93	62	199	6,156	3.2	6,930	2.9
	7시	33	60	63	156	6,443	2.4	7,144	2.2
	8시	32	49	65	146	6,998	2.1	7,542	1.9
	9시	34	46	65	145	7,872	1.8	8,273	1.8
	10시	35	47	66	148	8,472	1.7	8,662	1.7
	11시	35	49	65	150	8,768	1.7	8,778	1.7
	12시	37	51	65	153	8,873	1.7	8,678	1.8
	13시	36	51	65	152	8,558	1.8	8,082	1.9
	14시	35	50	65	150	8,925	1.7	8,313	1.8
	15시	35	50	66	150	9,086	1.6	8,354	1.8
	16시	34	50	66	150	9,082	1.7	8,273	1.8
	17시	33	51	66	151	9,115	1.7	8,339	1.8
	18시	34	49	66	149	8,976	1.7	8,340	1.8
	19시	40	47	66	152	8,696	1.8	8,285	1.8
	20시	36	46	66	148	8,570	1.7	8,027	1.8
	21시	40	44	66	150	8,388	1.8	7,754	1.9
	22시	43	42	58	142	7,986	1.8	7,550	1.9
	23시	53	41	13	107	7,586	1.4	7,533	1.4
시나리오 3	소계	1,575	1,472	1,226	4,274	187,584	2.3	187,584	2.3
	0시	88	46	11	145	7,322	2.0	7,718	1.9
	1시	119	53	20	192	6,771	2.8	7,349	2.6
	2시	156	74	20	250	6,449	3.9	7,077	3.5
	3시	189	112	0	300	6,247	4.8	6,922	4.3
	4시	166	141	0	307	6,138	5.0	6,830	4.5
	5시	90	129	63	282	6,108	4.6	6,829	4.1
	6시	50	93	62	205	6,156	3.3	6,930	3.0
	7시	38	60	63	161	6,443	2.5	7,144	2.3
	8시	37	49	65	150	6,998	2.1	7,542	2.0
	9시	39	46	65	150	7,872	1.9	8,273	1.8
	10시	40	47	66	153	8,472	1.8	8,662	1.8
	11시	40	49	65	155	8,768	1.8	8,778	1.8
	12시	42	51	65	159	8,873	1.8	8,678	1.8
	13시	41	51	65	157	8,558	1.8	8,082	1.9
	14시	40	50	65	155	8,925	1.7	8,313	1.9
	15시	40	50	66	155	9,086	1.7	8,354	1.9
	16시	39	50	66	155	9,082	1.7	8,273	1.9
	17시	38	51	66	156	9,115	1.7	8,339	1.9
	18시	38	49	66	154	8,976	1.7	8,340	1.8
	19시	46	47	66	158	8,696	1.8	8,285	1.9
	20시	41	46	66	153	8,570	1.8	8,027	1.9
	21시	46	44	66	156	8,388	1.9	7,754	2.0
	22시	50	42	58	149	7,986	1.9	7,550	2.0
	23시	61	41	13	115	7,586	1.5	7,533	1.5



[그림 3-11] 각 시나리오의 시간대별 하계 전력수요 분석(2030년)

[표 3-16] [시나리오 1] 하계 및 동계 전기차 전력량(2050년)

(단위: MWh, %)

시나리오	시간대	전기차 전력량				서울시			
		승용차	택시	버스	소계	하계		동계	
						전력량	전차비율	전력량	전차비율
시나리오 1	소계	4,573	1,441	1,993	8,007	187,584	4.3	187,584	4.3
	0시	254	46	18	317	7,322	4.3	7,718	4.1
	1시	344	52	32	429	6,771	6.3	7,349	5.8
	2시	454	71	32	558	6,449	8.6	7,077	7.9
	3시	547	107	0	654	6,247	10.5	6,922	9.4
	4시	483	134	0	616	6,138	10.0	6,830	9.0
	5시	262	124	102	487	6,108	8.0	6,829	7.1
	6시	145	90	101	336	6,156	5.5	6,930	4.9
	7시	110	59	102	271	6,443	4.2	7,144	3.8
	8시	107	48	105	260	6,998	3.7	7,542	3.5
	9시	113	46	106	265	7,872	3.4	8,273	3.2
	10시	116	47	107	270	8,472	3.2	8,662	3.1
	11시	117	49	106	273	8,768	3.1	8,778	3.1
	12시	123	51	105	279	8,873	3.1	8,678	3.2
	13시	119	51	105	275	8,558	3.2	8,082	3.4
	14시	117	50	106	272	8,925	3.1	8,313	3.3
	15시	115	50	107	272	9,086	3.0	8,354	3.3
	16시	114	51	107	271	9,082	3.0	8,273	3.3
	17시	111	51	108	270	9,115	3.0	8,339	3.2
	18시	112	49	107	269	8,976	3.0	8,340	3.2
	19시	132	46	107	286	8,696	3.3	8,285	3.5
	20시	120	46	107	273	8,570	3.2	8,027	3.4
	21시	134	43	107	284	8,388	3.4	7,754	3.7
	22시	144	41	93	279	7,986	3.5	7,550	3.7
	23시	178	40	21	239	7,586	3.2	7,533	3.2

주1: 시나리오 1: 승용차 신차 판매대수 대비 35% 보급, 누적대수 대비 52% 보급.

시나리오 2: 승용차 신차 판매대수 대비 50% 보급, 누적대수 대비 68% 보급.

시나리오 3: 승용차 신차 판매대수 대비 80% 보급, 누적대수 대비 98% 보급.

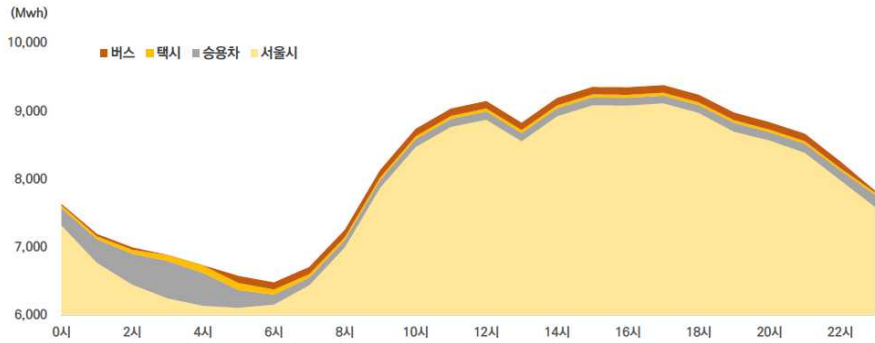
주2: 택시와 버스 전력은 시나리오 1, 2, 3 모두 동일.

주3: 전기차 비율은 7차전력수급기본계획 장래전력수요 대비 전기차 충전 전력비율을 의미.

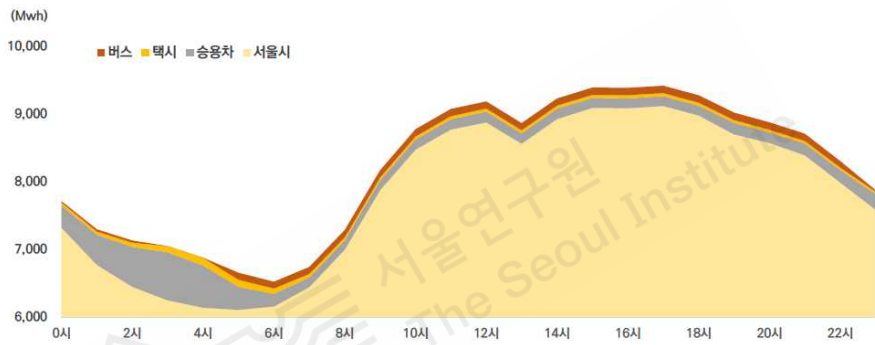
[표 3-17] [시나리오 2&3] 하계 및 동계 전기차 전력량(2050년)

(단위: MWh, %)

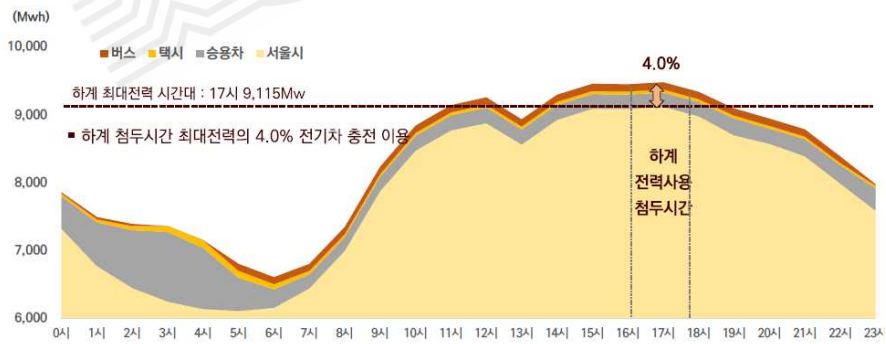
시나리오	시간대	전기차 전력량				서울시			
		승용차	택시	버스	소계	하계		동계	
						전력량	전차비율	전력량	전차비율
시나리오 2	소계	5,928	1,441	1,993	9,362	187,584	5.0	187,584	5.0
	0시	330	46	18	393	7,322	5.4	7,718	5.1
	1시	447	52	32	531	6,771	7.8	7,349	7.2
	2시	589	71	32	692	6,449	10.7	7,077	9.8
	3시	710	107	0	816	6,247	13.1	6,922	11.8
	4시	626	134	0	759	6,138	12.4	6,830	11.1
	5시	340	124	102	565	6,108	9.3	6,829	8.3
	6시	188	90	101	380	6,156	6.2	6,930	5.5
	7시	143	59	102	304	6,443	4.7	7,144	4.3
	8시	139	48	105	292	6,998	4.2	7,542	3.9
	9시	146	46	106	298	7,872	3.8	8,273	3.6
	10시	150	47	107	304	8,472	3.6	8,662	3.5
	11시	152	49	106	308	8,768	3.5	8,778	3.5
	12시	160	51	105	316	8,873	3.6	8,678	3.6
	13시	154	51	105	310	8,558	3.6	8,082	3.8
	14시	151	50	106	307	8,925	3.4	8,313	3.7
	15시	149	50	107	306	9,086	3.4	8,354	3.7
	16시	147	51	107	305	9,082	3.4	8,273	3.7
	17시	144	51	108	303	9,115	3.3	8,339	3.6
	18시	145	49	107	302	8,976	3.4	8,340	3.6
	19시	171	46	107	325	8,696	3.7	8,285	3.9
	20시	156	46	107	308	8,570	3.6	8,027	3.8
	21시	174	43	107	324	8,388	3.9	7,754	4.2
	22시	187	41	93	322	7,986	4.0	7,550	4.3
	23시	231	40	21	292	7,586	3.8	7,533	3.9
시나리오 3	소계	8,545	1,441	1,993	11,979	187,584	6.4	187,584	6.4
	0시	475	46	18	538	7,322	7.4	7,718	7.0
	1시	644	52	32	728	6,771	10.7	7,349	9.9
	2시	849	71	32	952	6,449	14.8	7,077	13.5
	3시	1,023	107	0	1,130	6,247	18.1	6,922	16.3
	4시	902	134	0	1,036	6,138	16.9	6,830	15.2
	5시	490	124	102	715	6,108	11.7	6,829	10.5
	6시	271	90	101	463	6,156	7.5	6,930	6.7
	7시	206	59	102	367	6,443	5.7	7,144	5.1
	8시	200	48	105	353	6,998	5.1	7,542	4.7
	9시	211	46	106	363	7,872	4.6	8,273	4.4
	10시	217	47	107	370	8,472	4.4	8,662	4.3
	11시	219	49	106	375	8,768	4.3	8,778	4.3
	12시	230	51	105	386	8,873	4.4	8,678	4.5
	13시	222	51	105	379	8,558	4.4	8,082	4.7
	14시	218	50	106	374	8,925	4.2	8,313	4.5
	15시	215	50	107	372	9,086	4.1	8,354	4.4
	16시	212	51	107	370	9,082	4.1	8,273	4.5
	17시	208	51	108	366	9,115	4.0	8,339	4.4
	18시	209	49	107	366	8,976	4.1	8,340	4.4
	19시	247	46	107	401	8,696	4.6	8,285	4.8
	20시	224	46	107	377	8,570	4.4	8,027	4.7
	21시	251	43	107	401	8,388	4.8	7,754	5.2
	22시	270	41	93	404	7,986	5.1	7,550	5.4
	23시	333	40	21	394	7,586	5.2	7,533	5.2



시나리오 1(누적 137.9만 대)



시나리오 2(누적 176.5만 대)



시나리오 3(누적 251만 대)

[그림 3-12] 각 시나리오의 시간대별 하계 전력수요 분석(2050년)

3_전기차 보급계획에 따른 대기오염 저감효과

국립환경과학원에서는 차종별/연료별 온실가스 및 오염물질 배출량 산정식¹⁸⁾을 제시하고 있다. 배출량 산정식은 속도에 따라 달라지며 지수 또는 2차 함수 형태이다. 배출량 산정식을 바탕으로 서울시 평균 통행속도와 평균 주행거리를 이용하여 배출량을 산정하였다.

$$E = \alpha V^{\beta} \quad (\text{단, 승용차 대형 휘발유는 } E = \alpha V^2 + \beta V + \gamma \text{ 를 적용})$$

여기서 α, β, γ 는 계수, V 는 속도

[표 3-18] CO₂ 배출계수

구분	연료	계수(α)	계수(β)	계수(γ)	비고
승용	경형	휘발유	900.6000	-0.5400	
	소형	휘발유	1149.8500	-0.5625	
		경유	1133.1000	-0.5870	
	중형	휘발유	1564.9300	-0.5936	
		경유	1818.1000	-0.6643	대형에도 적용
		LPG	1539.4	-0.5748	
	대형	휘발유	0.0293	-4.6100	310.26
		LPG	1849.8	-0.6164	
택시	대형	LPG	1709.4000	-0.6232	
버스	CNG	6338.0000	-0.6300		
전력 발전단	0.442(tCO ₂ /MWh)				

주1: 각 차종/연료별 배출계수는 [국립환경과학원, 2009, 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(II)-자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발]의 자료를 기본으로 활용한다. 다만, 2016년 배출량을 산정할 때에는 업데이트된 최신 배출계수를 사용한다. 업데이트되어 새로운 배출계수를 사용한 차종은 다음과 같다.

- 승용차 소형 경유, 중형 경유: 국립환경과학원, 2009, 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(II)-자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발.
- 승용차 경형 휘발유(이륜차 포함), 시내버스 CNG, 버스 경유: 국립환경과학원, 2010, 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(III)-자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발.
- 택시 LPG: 국립환경과학원, 2011, 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(IV)-자동차 오염물질 및 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발.
- 승용차 소형 휘발유, 중형 휘발유: 국립환경과학원, 2012, 수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(V)-자동차 오염물질 및 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발.

주2: 전력 발전단 온실가스 배출계수: 전력거래소 홈페이지(<http://www.kpx.or.kr>).

¹⁸⁾ 국립환경과학원, 2009, 「수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(II)-자동차 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발」.

[표 3-19] 오염물질 배출계수

(단위: Y=배출계수(g/km), V=평균차속(kph))

구분	차량		계수(α)	계수(β)	계수(γ)
	차종	연료			
CO	승용차 경형	휘발유	4.9952	-0.8461	
	승용차 소형	휘발유	19.681	1.0085	
		경유	0.7392	0.7524	
	승용차 중형	휘발유	36.511	-1.2078	
		경유	0.5414	-0.7524	
	택시	LPG	46.661	-0.9760	
VOC	버스	CNG	18.235	-0.3767	
	승용차 경형	휘발유	0.2958	-0.7830	
	승용차 소형	휘발유	2.4141	-1.3927	
		경유	0.0825	-0.6848	
	승용차 중형	휘발유	3.6805	-1.5356	
		경유	0.0927	-0.6848	
택시	LPG	3.1096	-1.1486		
버스	CNG	$Y = 8.0544 * \exp(-0.0174 V)$			
NOX	승용차 경형	휘발유	0.4819	-0.9198	
	승용차 소형	휘발유	1.2279	-0.7864	
		경유	1.1849	-0.5476	
	승용차 중형	휘발유	1.3520	-0.7978	
		경유	1.1281	-0.5476	
	택시	LPG	3.1607	-0.5998	
버스	CNG	$Y = 8.6972 * \exp(-0.0130 V)$			
PM10	승용차 경형	휘발유		-	
	승용차 소형	휘발유		-	
		경유	0.0420	-0.3420	
	승용차 중형	휘발유			
		경유			
	택시	LPG	0.0396	-0.3420	
버스	CNG				
PM2.5			$Y = PM_{10} \times 92\%$		

자료: 국립환경과학원, 2013, 「국가 대기오염물질 배출량 산정방법 편람(III)」.

주1: PM2.5는 [국립환경과학원, PM2.5 배출계수 자료집-2011년 대기오염물질 배출량 기준, 2014]에서 제시한 PM10 배출량의 92% 적용.

주2: 각 차종의 평균통행속도는 승용차, 택시, 화물차, 이륜차는 승용차 평균 통행속도, 버스는 버스 평균 통행속도 사용.

배출량 산정 시 기존의 자동차 등록대수(승용차, 택시, 버스)는 계속 유지된다고 가정하고, 이 중 전기차로 전환되었을 때 감축되는 대기오염물질 배출량을 바탕으로 효과를 분

석하였다. 분석 결과 오염물질 배출량은 2050년에 2016년 대비 77~98.5% 감소하고 온실가스 배출량도 2016년 대비 66~96.4% 감소할 것으로 나타났다. 즉, 보급계획대로 전기차 이용이 확산될 경우 교통부문에서 배출하는 오염물질과 온실가스가 상당부분 감소되어 환경적으로 긍정적인 효과가 발생할 것으로 예상된다.

[표 3-20] 오염물질 배출량 추이

(단위: 톤/일, %)

년도	보급 전	보급 후					
		(시나리오 1)		(시나리오 2)		(시나리오 3)	
		배출량	감축률	배출량	감축률	배출량	감축률
2020년	125.33	124.32	0.8	124.32	0.8	124.32	0.8
2025년		97.34	22.3	108.86	13.1	96.97	22.6
2030년		72.43	42.2	79.90	36.2	70.19	44.0
2035년		54.73	56.3	58.94	53.0	49.24	60.7
2040년		43.96	64.9	45.61	63.6	33.97	72.9
2045년		37.01	70.5	35.36	71.8	20.12	83.9
2050년		28.81	77.0	22.27	82.2	1.87	98.5

[표 3-21] 탄소배출량 추이

(단위: 톤/일, %)

년도	보급 전	보급 후					
		(시나리오 1)		(시나리오 2)		(시나리오 3)	
		배출량	감축률	배출량	감축률	배출량	감축률
2020년	21,261.07	21,134.52	0.6	21,134.52	0.6	21,134.52	0.6
2025년		18,538.77	12.8	18,483.17	13.1	18,435.52	13.3
2030년		15,994.46	24.8	15,662.19	26.3	15,373.60	27.7
2035년		13,889.33	34.7	13,193.02	37.9	12,364.98	41.8
2040년		12,038.75	43.4	10,978.39	48.4	9,263.42	56.4
2045년		10,109.32	52.5	8,476.42	60.1	5,417.80	74.5
2050년		7,832.40	63.2	5,279.46	75.2	347.67	98.4

04

친환경자동차 보급촉진 전략

- 1_민간·상용 부문 전기차 확대 보급
- 2_양적·질적 개선 통한 충전 편의성 제고
- 3_충전 요금 차등화로 첨두시간 전력수요 집중 방지

04 | 친환경자동차 보급촉진 전략

1_민간·상용 부문 전기차 확대 보급

우리나라는 전기차 시장 성장 속도가 다른 나라에 비해 더딘 편이다. 이는 민간 부문의 전기차 보급이 부진하기 때문이다. 서울시와 산하기관 등의 공공부문에서는 이미 관용 차량을 구입할 때 신규 구매 차량의 84.4%를 전기·수소차로 구매하고 있으며 구매 비율을 100%까지 증가시킬 계획을 가지고 있다. 반면 민간 및 상용 부문에 보급된 전기차를 살펴보면 승용차는 1,341대, 전기 택시는 60대, 전기 트럭 및 버스는 36대뿐이다.¹⁹⁾

우리나라 중앙정부는 2022년까지 35만 대를, 서울시는 2022년에 5만 5천 대를, 2025년까지 약 10만 대의 전기차를 보급하는 목표를 세우고 있다. 이를 위해 민간 부문 전기차 보급의 뒷받침은 필수적이라 할 수 있다. 그러나 아직까지는 소비자들이 선택할 수 있는 전기차 종류는 다양하지 않으며 보급되는 수량도 제한적이다. 따라서 민간·상용 부문의 전기차를 확대 보급할 수 있는 방안을 다음과 같이 제안한다.

○ 전기차 구매 및 운행과 관련된 인센티브 제공

서울시민 중 만 25~60세 미만의 자가용 차량을 보유하거나 구매 의향이 있는 사람을 대상으로 한 설문조사²⁰⁾ 결과, 전기차 구매는 제공되는 인센티브에 영향을 받는 것으로 나타났다. 전기차 선진국인 노르웨이 역시 통행료 면제, 무료 주차, 버스차선 운행 허용과 같은 운행 단계의 인센티브가 전기차를 선택할 때 큰 영향을 미치는 것으로 파악되고 있다.²¹⁾ 영국의 런던은 2020년부터 “초저배출구역(Ultra Low Emission Zone, 이하 ULEZ)”을 시행하여 유럽연합 배출가스 규제 기준을 초과하는 차량은 일단위 통행료를 지불하게 한다.²²⁾ 이로 인해 전기차와 같은 친환경차량은 도심 운행에서 상당한 경쟁력을 가지게 되

19) 서울시, 2017, 「서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획(2025 전기차가 편리한 도시, 서울)」.

20) 서울시, 2014, 「기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급계획 수립 연구」, 친환경자동차 관련 설문조사 결과.

21) Figenbaum, E., & Kolbenstvedt, M., 2013, Electromobility in Norway - experiences and opportunities with Electric vehicles, TØI report, 1281/2013. p15.

는 것이다.

서울시는 전기차 1대당 1,950만 원의 보조금(2017년 기준)을 지급하고, 세제혜택, 주차료 및 통행료 50% 감면, 남산 혼잡통행료 면제와 같은 인센티브 제도를 시행하고 있다. 지속적인 재원 확보의 어려움으로 보조금 지원은 점차 줄어들 것이다. 그러므로 경제적 편익을 누리기 위해 구입하는 전기차의 보급을 증대시키기 위해서는 운행 단계의 인센티브를 확대하는 정책이 필수적이다.

○ 전기차 구매 유도를 위한 홍보 강화

전기차와 관련된 홍보도 민간 부문의 자동차 구매에 큰 영향을 끼칠 것으로 판단된다. 기존의 설문 분석결과를 살펴보면 각종 매체에서 친환경자동차와 관련된 정보를 접한 운전자는 그렇지 않은 운전자보다 약 34% 정도 전기차 구매 의향이 더 높은 것으로 나타났다.²³⁾ 이러한 잠재적인 수요층을 파악하여 전기차의 경제적, 환경적 측면의 이익을 적극적으로 홍보하고 구매를 유도하는 전략도 병행되어야 한다.

○ 상용 차량의 전기차 전환 확대

한편 전기차 보급 증대를 위해서는 민간뿐 아니라 상용 차량의 전기차 전환도 중요하다. 이 연구에서는 고려하지 못했지만 서울시에서는 2025년까지 중소형 통학버스 3,000대, 택배용 트럭 14,000대를 전기차로 전환하는 계획을 세우고 있다.²⁴⁾ 다만, 타 차종에 비해 기술개발 속도가 느려 2019년 이후부터 보급이 가능할 것으로 예상된다. 서울 시내 도심 택배 차량 대부분을 전기차로 대체 가능하다면 긍정적인 경제적·환경적 효과를 기대할 수 있을 것이다.

22) 혼잡통행료 지역(Congestion Charge zone)과 동일한 구역에서 시행, 유럽연합 배출가스 규제 기준인 Euro 4(휘발유), Euro 6(디젤)을 초과하면 자동차, 밴, 오토바이는 £12.50, 버스, 트럭에는 £100를 부과함.

23) 서울시, 2014, 「기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급계획 수립 연구」, 친환경자동차 관련 설문조사 결과.

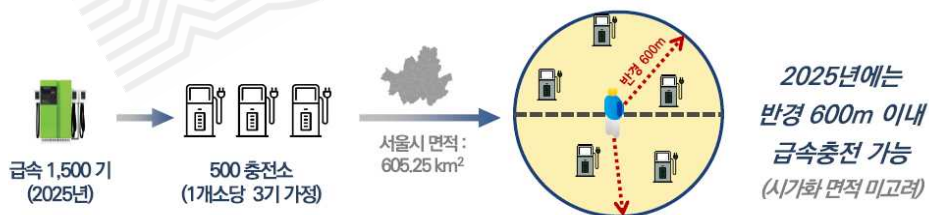
24) 서울시, 2017, 「서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획(2025 전기차가 편리한 도시, 서울)」.

2_양적·질적 개선 통한 충전 편의성 제고

택시, 시내버스와 같은 상용 차량뿐만 아니라 승용차와 같은 일반 차량도 운행 중에 불편함이 없도록 충전 편의성을 제고하는 것이 중요하다. 이 연구에서는 보급 계획을 수립할 때 운전자가 필요할 때 언제든지 충전 가능한 인프라가 구축된 상태를 가정하여 분석하였다. 현재 전기차 구매에서 가장 큰 걸림돌은 충전 문제라 할 수 있다. 내연기관 차량 운전자는 도심 어디에서든지 운행 중에 주유소를 통하여 손쉽게 연료를 채울 수 있다. 이러한 환경에 익숙해져 있는 운전자들을 만족시키기 위해서는 인프라 확대와 환경개선을 통하여 이용에 불편함이 없는 수준의 충전 편의가 수반되어야 한다. 충전 편의성을 제고하기 위해 다음과 같은 방법을 제안한다.

○ 충전기 확충을 통한 양적 측면의 개선

서울시는 2025년까지 공용 급속충전기 1,500기, 공용 완속충전기 1,580기 이상을 설치하는 목표를 수립하였다. 충전소 1개소당 3개의 급속충전기를 설치한다고 할 때 대략적으로 2025년에는 서울시 내 어디에서든 600m 이내에 접근 가능한 전기차 충전소가 마련되어 있게 된다(서울시 시가화 면적 미고려).



[그림 4-1] 2025년 서울시 내 급속충전 가능 반경

○ 접근성 향상, 유지관리 강화, 충전기 공유를 통한 질적 측면의 개선

충전 편의성 향상을 위해서는 양적 개선뿐 아니라 질적 측면의 개선도 중요하다. 이 연구에서는 3가지 질적 개선 방향을 제안한다.

먼저 이용자들의 접근성 향상을 위해 인지도가 높은 지점에 설치한다. 서울시에서도 ‘서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획’을 통해 매년 주유소, 자치구 청사, 대형주차장 등 인지도 높은 지점에 60개소씩 설치하는 것을 목표로 하고 있다. 한편 영국 런던, 미국 LA 등에서는 충전 인프라 구축을 위해 ‘가로등 충전소’를 설치할 계획을 세우고 있다. 이와 같이 서울시도 접근성이 높은 노상의 도로 시설물을 적극 활용하여 전기차를 충전하는 방안을 마련해 이용자 편의를 높여야 할 것이다.

질적 개선을 위한 두 번째 방법으로 충전기의 유지관리를 강화하고 고성능 충전기를 도입할 필요가 있다. 현재 정책은 신규 충전 인프라 설치에 맞춰져 있어 유지·관리는 미흡한 실정으로 한 번 설치된 후 방치되는 사례도 종종 볼 수 있다. 다행히 한국전력이 2017년 8월에 충전기 관리업무를 민간 기업에 맡기는 등의 관리체계 강화를 꾀하는 중이다. 전기차 충전속도 역시 중요한 요소라 할 수 있다. 지금의 급속충전기는 80% 충전까지 30분, 완속충전기는 완전충전까지 4~5시간이 걸린다. 전기차 배터리 기술은 계속 발전하는 중이며 실제로 도시바에서는 6분 만에 완충 가능한 배터리가 개발되어 2019년 상용화 예정이라고 한다.²⁵⁾ 이러한 고성능 충전기의 도입으로 충전하기 위해 20~30분 동안 기다려야 하는 전기차 운전자들의 불편함을 덜 수 있을 것이다.

마지막으로 민간(완속) 충전기를 공유하는 방안을 제안한다. 서울시에 따르면²⁶⁾ 전기차 등 환경친화적 차량 보급 활성화를 위해 대규모 정비사업에서 총 주차단위구획의 5% 이상에 친환경차량 전용 주차면을 확보해야 한다고 규정되어 있다. 재개발 대상인 모든 아파트를 재개발한다고 가정하면, 2020년에 재개발 대상 세대수는 23만 세대, 친환경자동차 주차면은 약 15,000면 확보할 수 있다.²⁷⁾ 이러한 민간(완속) 충전기를 공공주택 입주자뿐 아니라 일반 전기차량 운전자에게도 개방된다면 충전 편의성은 더욱 향상 될 것으로 판단된다.

25) 중앙일보, 2017.10, 6분 급속 충전 320km 주행 기술 개발...전기차 시간과의 싸움.

26) 건축물 및 정비사업(재개발·재건축) 환경영향평가 항목 및 심의기준(환경영향평가서 초안 작성 지침) 개정고시안, 2017.

27) 서울시, 2014, 「기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급계획 수립 연구」, p113.

3_충전 요금 차등화로 첨두시간 전력수요 집중 방지

○ 전기차 충전 요금의 차등화로 전력수요 분산

전력 수요량이 많은 시간대에 충전수요가 집중되면 전력 수요관리에 있어서 심각한 문제가 야기될 수 있다. 이 연구에서 추정한 장래 전기차의 시간대별 전력수요로 볼 때 소규모의 전력공급 확대만 이루어져도 전기차 충전전력 수요 대응은 큰 문제가 없을 것으로 전망된다. 하지만 특정 시간대의 충전전력 수요 집중 현상은 언제든지 발생할 가능성이 있으므로 전기차의 충전 전력수요를 분산하는 정책은 필수적이다. 이를 위해 시간대별로 전기차 충전 요금을 차등화하는 정책 개발이 필요하다.

○ 효율적인 전기 버스 충전 시설 공급

한편, 보급 규모에 비해 전력수요를 많이 차지할 것으로 추정된 전기 버스의 원활한 운영을 위해서는 충전 시설의 공급이 매우 중요하다. 따라서 충전 시설이 집중적으로 배치되어야 하는 버스 차고지 내에 효율적인 충전 설비를 갖추기 위한 대책 마련이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 국가법령정보센터, 2016, 「환경친화적 자동차의 개발 및 보급 촉진에 관한 법률」.
- 국가법령정보센터, 2017, 「여객자동차 운수사업법 시행령」.
- 국립환경과학원, 2009, 「수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(Ⅱ)-자동차 온실가스 Bottom-up 배출 계수 개발」.
- 국립환경과학원, 2010, 「수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(Ⅲ)-자동차 온실가스 Bottom-up 배출 계수 개발」.
- 국립환경과학원, 2011, 「수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(Ⅳ)-자동차 오염물질 및 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발」.
- 국립환경과학원, 2012, 「수송부문 온실가스 기후변화대응 시스템 구축(Ⅴ)-자동차 오염물질 및 온실가스 Bottom-up 배출계수 개발」.
- 국립환경과학원, 2013, 「국가 대기오염물질 배출량 산정방법 편람(Ⅲ)」.
- 국립환경과학원, 2014, 「PM2.5 배출계수 자료집 -2011년 대기오염물질 배출량 기준」.
- 국정기획자문위원회, 2017, 「국정운영 5개년 계획」.
- 과학기술정보통신부, 2017, 「S&T GPS 글로벌 과학기술정책정보 서비스」.
- 서울시, 2014, 「기후변화 대응을 위한 친환경자동차 보급계획 수립 연구」.
- 서울시, 2016, 「서울특별시 교통량 조사」.
- 서울시, 2017, 「서울 전기차 시대 선언 실천 기본계획 (2025 전기차가 편리한 도시, 서울)」.
- 서울시 기후환경본부, 2017, 「2022년 전기차 특별시 서울' 조성을 위한 전기차 보급 및 충전인프라 구축 전략」.
- 산업통상자원부, 2015, 「제7차 전력수급계획」.
- 한국교통연구원, 2017, 「구매자 이용실태 조사분석 통한 전기차 보급활성화 연구」.
- 환경부, 2015, 「자동차 온실가스 배출량 전과정 평가(LCA, Life Cycle Analysis)」.
- LG경제연구원, 2016, 파워트레인, 전기차 대중화 앞당긴다.
- EVI, 2016, **Global EV Outlook 2016**.
- EVI, 2017, **Global EV Outlook 2017**.

Figenbaum, E., & Kolbenstvedt, M., 2013, Electromobility in Norway - experiences and opportunities with Electric vehicles, **TOI report**, 1281/2013. p15.

Sebastian Naumann, Hedwig Vogelpohl, 2015, **Deliverable 1.2 Technologies for Fully Electric Busses**, Electromobility.

뉴스타운경제, 2012.1, 캘리포니아 2025년 전기차 15% 새 규제안 마련.

뉴스핌, 2017.9, 폭스바겐 CEO “2025년 중국서 전기차 150만대 판매”.

에너지경제신문, 2017.3, ‘산유국’ 노르웨이의 ‘전기차 혁명’...신차 절반이 친환경차.

아시아경제, 2017.8, [2030 굿바이 내연기관] 해외에선...영국·프랑스 2040년부터 판매금지.

연합뉴스, 2017.7, ‘전기차 온리’ 볼보의 선언...내연기관차는 정말 사라질까.

국립환경과학원, 2013년 대기오염 배출량(서울시).

국토통계누리, 연도별 12월, 자동차등록자료.

교통안전공단, 2016년, 자동차검사자료.

서울시, 2016년 9월, DTG 자료.

<https://ev.or.kr/portal/main/>(환경부 전기차 충전소)

<http://www.taxi.or.kr/>(전국택시운송사업조합연합회)

<http://www.wjis.co.kr/page/0209.php>(우진산전)

<http://www.greenpowerbus.com/product-line/>(캐나다 그린파워)

<https://ebusco.eu/electric-buses/>(Ebuscco)

<https://www.solarisbus.com/en/Urbino12/>

Abstract

Recent Trend of Environmentally Friendly Vehicles and Seoul Policy Directions

Joonho Ko · Hyeongyun Ki · Sangmi Jeong

Transportation sector is significantly responsible for air pollution as mobile source emissions occupy 47.4%(as of 2013) of air pollutants emitted in Seoul, Korea. To reduce emissions including greenhouse gases, active policy actions are required to promote wide use of environmentally friendly vehicles such as electric vehicles(EVs).

The wide use of EVs is affected by their battery cost and driving range. Fortunately, recent trend of reduced battery cost and high energy density is expected to boost the use of EVs. Results of analysis of travel distances for passenger cars have illustrated that they can be replaced by EVs even with current level of EV performance. In the case of taxis with long travel distances, the performance of 3rd generation EVs may be enough to replace conventional taxis with electric ones. The advancement of EV technology will also contribute to the introduction of electric buses up to 93% among all city buses in Seoul.

Based on the scenario of an active EV delivery plan targeting 2050, it may be possible to introduce EVs to replace conventional vehicles of 2.43 million passenger cars, 7.2 thousand buses, and 70 thousand taxis that account for a total of 84.7% of all vehicles registered in Seoul. The introduction of EVs is expected to consume 6.4% of electricity demand in Seoul in 2050. When it comes to peak hour electricity demand, the percentage would be 4.1% and 4.3% for summer and

winter seasons, respectively. This peak demand needs to be managed by variable electricity pricing. Considering that the number of EVs is still small in Seoul, various EV friendly policies may be required together with provision of sufficient accessible charging facilities.



Contents

01 Introduction

- 1_Background and Objectives
- 2_Contents and Method

02 Trend of Environmentally Friendly Vehicles and EV Delivery Conditions in Seoul

- 1_Trend of Environmentally Friendly Vehicles
- 2_EV Technology Forecast
- 3_Diagnosis of EVs Substitution Potential in Seoul

03 EV Delivery Plans and Impact Analysis

- 1_EV Delivery Plan
- 2_Analysis of Electricity Demand
- 3_Effects on Reduction in Air Pollution

04 Strategy to Promote Dissemination of Environmentally Friendly Vehicles

- 1_Expansion of EVs in Private and Commercial Sectors
- 2_Improving EV Charging Convenience
- 3_Electricity Demand Management during Peak Hours

서울연 2017-OR-11

친환경차 보급 동향과
서울시 정책 방향

발행인 _ 서왕진

발행일 _ 2017년 12월 14일

발행처 _ 서울연구원

ISBN 979-11-5700-283-2 93530 6,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.